№ 15—16. 1892. АВГУСТЪ.

# ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Журналъ издаваемый VI Отдѣломъ

Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

## Испытаніе кольцевыхъ машинъ Сименса на станціи Аничкова Дворца.

*(Сообщено въ засѣданіи IV Отд. И. Р. Т. О.).*

При испытаніи кольцевыхъ машинъ Сименса (Ring-Dynamo) на станціи Аничкова Дворца пред...ло предварительно рѣшить отвѣтственную и ...ому казавшуюся намъ нелегкой задачу о вы...рѣ метода и программы этихъ испытаній.

По заказу, данному заводу Сименса въ Петербургѣ, каждая изъ трехъ динамо-машинъ кольцевой системы при 150 оборотахъ въ 1 минуту должна развивать во внѣшней цѣпи наибольшую работу въ 155 V × 1300 A = 201500 уаттовъ.

Машины этой конструкціи находились на IV ...ктрической выставкѣ въ 4-хъ экземплярахъ ...ныхъ величинъ. Аничковскія машины отлича...ся отъ нихъ лишь размѣрами. Діаметръ якоря ...ичковскихъ машинъ равняется одной сажени. Число секцій-оборотовъ на немъ 520.

Кольцевая система машинъ, принятая фирмой Сименсъ какъ наиболѣе удобная для конструи...нія большихъ типовъ машинъ, практикуется ...ъ здѣсь, такъ и за-границею уже около 5 лѣтъ. До настоящаго времени, однако, въ Россіи не ...ло случаевъ постройки столь грандіозныхъ ди...мо-машинъ вообще и кольцевой системы — въ ...стности. Поэтому исполненіе заказа динамо-ма...ны для электроосвѣтительной станціи Анич...ва Дворца является первымъ опытомъ постройки ...кого рода машинъ въ Петербургѣ изъ русскихъ ...теріаловъ. Вотъ почему проба машинъ при ...іемкѣ съ одной стороны вызывала глубокій ин...ресъ, съ другой же стороны побуждала внима...льно отнестись къ плану и программѣ испытаній

Изслѣдованіе всякой динамо-машины, начинаясь ...ъ разбора общихъ пріемовъ конструированія ...движныхъ и неподвижныхъ частей, распадается ...лѣе на двѣ части: на испытаніе прочности и ...особности выносить продолжительную и нор...льную по величинѣ работу, и второе — на испы...ніе экономичности работы и общаго ея характера.

Я не имѣю цѣлью вдаваться здѣсь въ подроб...ю критику кольцевой конструкціи динамо-ма...инъ съ механической стороны. Машины работаютъ слишкомъ недавно для того, чтобы взглядъ на эту новую фазу электрическаго машиностроенія можно было бы считать вполнѣ установившимся.

Съ своей стороны мы, однако, полагаемъ, что осуществленіе основной идеи фирмы идти безпредѣльно въ пространство, увеличивая размѣры якоря, встрѣтитъ препятствія въ невозможности взвѣшивать въ воздухѣ, другъ въ другѣ тяжелыя массы электромагнитовъ и якоря, закрѣпляя ихъ лишь съ одного конца *).

Первая машина, поставленная на станціи, проработала весь сезонъ 1890—91 года вполнѣ благополучно, если не считать нѣкоторыхъ мелкихъ недостатковъ, впослѣдствіи исправленныхъ и совершенно отсутствующихъ въ двухъ послѣднихъ экземплярахъ, работающихъ въ настоящее время. Машины даютъ замѣчательно ровный свѣтъ, нечувствительны къ положенію щетокъ на якорѣ и хорошо охлаждаются, благодаря большой открытой металлической поверхности якоря.

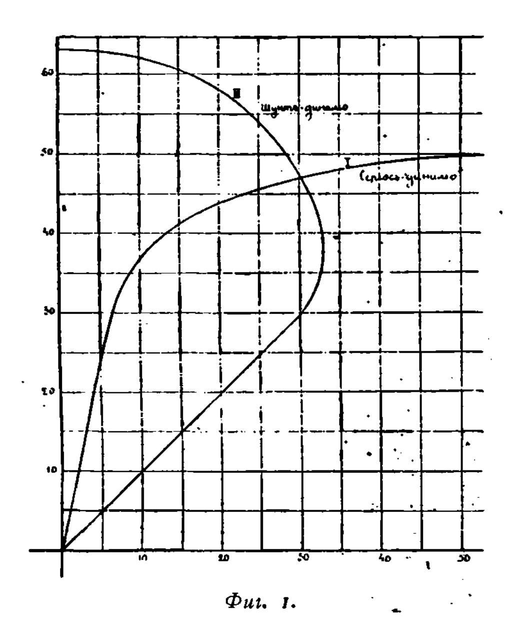
Вотъ, что мы могли сказать, основываясь на 2-хъ годовой работѣ одной машины и годовой двухъ другихъ въ отвѣтъ на первый изъ поставленныхъ вопросовъ изслѣдованія. Мы полагаемъ, что удовлетворили тѣхъ, которые не свяжутъ этого вопроса съ вопросомъ будущаго.

Теперь я перехожу къ тому, что собственно и составляетъ предметъ моего настоящаго сообщенія. Цѣль его — во первыхъ: познакомить съ такъ сказать, электрической физіономіей кольцевыхъ машинъ Сименса, во вторыхъ предложить на обсужденіе ту программу испытаній большихъ динамо-машинъ вообще, какая была выработана и примѣнена въ настоящемъ случаѣ.

Въ концѣ семидесятыхъ годовъ, когда начали разрабатывать различные способы самовозбужденія машинъ, когда появилась первая шунтъ-машина Эдиссона (1877), родилась идея представлять работу динамо-машинъ графически. Она принадлежитъ, какъ извѣстно, Гопкинсону (1879), Фрелихъ и Марсель Депре и др. воспользовались ею для изученія машинъ небольшихъ размѣровъ. Я вкратцѣ напомню, въ чемъ она заключается.

*) Вѣсъ якоря машины Аничковской станціи 222 пуда. Вѣсъ мѣди на якорѣ $59^1/_2$ пудовъ. Вѣсъ мѣди на электромагнитахъ 69 пуд.

Положимъ, при нѣкоторой постоянной скорости вращенія динамо-машины мы будемъ мѣнять внѣшнее сопротивленіе. Электродвигательная сила будетъ измѣняться въ связи съ измѣненіемъ силы тока. Отлагая по оси абсцисъ прямолинейной системы координатъ амперы, а по оси ординатъ вольты, получимъ кривыя линіи, выражающія законъ измѣненія уаттовъ при постоянной скорости и перемѣнномъ внѣшнемъ сопротивленіи. Такія кривыя линіи Марсель Депре назвалъ «характерисками» машинъ. Кривая I (фиг. 1) характеристика машины съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ, кривая II характеристика машины съ шунтовымъ возбужденіемъ.




*Фиг. 1.*

Кривая I показываетъ, что въ машинѣ съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ вольты ростутъ одновременно съ амперами, пока кривая не перейдетъ въ прямую линію, т. е. пока желѣзо на электромагнитахъ не насыщено. При этомъ внѣшнее сопротивленіе непрерывно падаетъ, начинаясь отъ безконечно большаго, когда внѣшняя цѣпь разомкнута.

Въ шунтъ-машинѣ явленіе другое. Кривая показываетъ, что когда сопротивленіе равно безконечности, т. е. внѣшняя цѣпь разомкнута, электродвигательная сила имѣетъ наибольшую величину.

Далѣе, съ уменьшеніемъ внѣшняго сопротивленія, вольты непрерывно падаютъ до 0, а амперы сначала ростутъ до нѣкоторой «критической» силы тока, потомъ быстро падаютъ до 0, и машина размагничивается. При этомъ внѣшнее сопротивленіе столь мало, что въ шунтъ отвѣтвляется токъ недостаточный для самовозбужденія.

Если бы я, Мм. Гг., прямо приступилъ къ изложенію полученныхъ мною чиселъ и кривыхъ, вы, можетъ быть, спросили бы меня, почему я не воспользовался кривыми Депре и при испытаніи машинъ не вычерчивалъ всѣмъ извѣстныхъ характеристикъ. Такой вопросъ возникъ когда-то и у меня, и прежде чѣмъ придумывать новое, я возстановилъ въ своей памяти старое, но скоро отказался отъ него по слѣдующимъ причинамъ.

Вычерчивать характеристики при нормальной скорости машины даже среднихъ размѣровъ нѣтъ ни цѣли, ни практической возможности. Величина критическаго тока далеко выше того наибольшаго числа амперъ, на которое разсчитана динамо-машина и ея двигатель. Дойти до нея, т. е. до точки поворота кривой II, значитъ рисковать цѣлостью динамо-машины и двигателя, такъ какъ возможный процентъ форсировки тѣмъ менѣе, чѣмъ болѣе машина.

Депре, Гопкинсонъ, Вильямъ Сименсъ дали характеристики машинъ всего въ нѣсколько тысячъ, много—десятковъ тысячъ уаттовъ. Напр. характеристика II дана Вильямомъ Сименсомъ для шунтъ-машины около 2000 уаттовъ. Такую машину можно форсировать безъ особенной опасности.

Далѣе, характеристики тогда лишь даютъ очевидные результаты, когда рѣчь идетъ о сравнені между собою машинъ съ различными способами возбужденія, а не тогда, когда приходится сравнивать машины однородныя, но различныхъ фабрикантовъ, когда испытаніе должно отвѣчать на вопросы чисто техническіе.

Я думаю, что ясно объяснилъ, почему не пользовался характеристиками.

Испытаніе динамо-машинъ Аничковской станціи преслѣдовало исключительно практическія цѣли. Испытываемая машина замыкалась на реостатъ, состоявшій изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ секцій. Проводникомъ реостата служила свернутая спиралью желѣзная лента шириною около 4 сантиметровъ. Изъ отдѣльныхъ секцій реостата общее сопротивленіе его подбиралось такъ, что послѣ нѣкотораго предварительнаго прогрѣванія его токомъ машины при нормальной скорости въ 150 оборотовъ и 155 вольтахъ развила [illegible] большую нагрузку въ 1300 амперъ.

Въ испытаніи участвовало одновременно [illegible] семь лицъ *). Трое наблюдали за паровой машиной, одинъ за щетками и смазкой динамо-машины, остальные по сигналу производили отчетъ: вольтъ у зажимовъ, амперъ во внѣшней цѣпи, амперъ въ шунтѣ, число оборотовъ по счетчику Редъ[illegible] времени.

Каждое наблюденіе производилось въ теченіе одной минуты. Первое измѣреніе произведено, когда вольтметръ у зажимовъ показалъ 47 вольтъ. Далѣе отчеты возобновлялись черезъ каждые [illegible] вольтъ приблизительно, пока машина не приняла полную нагрузку **).

Такимъ образомъ получились четыре пер[illegible] таблицы чиселъ, послужившія матерьяломъ [illegible] дальнѣйшихъ вычисленій. Таблица V даетъ [illegible] во внѣшней цѣпи. Первая машина была дове[illegible]

---

*) Въ томъ числѣ два техника фирмы Сименсъ.

**) Копіи со всѣхъ полученныхъ результатовъ [illegible] техниками фирмы Сименсъ.

ю 165687 уаттовъ, вторая до 187821, что соотвѣтствуетъ въ первомъ случаѣ 276 индик. силамъ, во второмъ 313, разсчитывая по 600 уаттовъ на индикаторную силу. Нагрузка первой машины, какъ видно, не была доведена до наибольшей вслѣдствіе необходимости сдѣлать нѣкоторыя измѣненія въ паровой машинѣ, выяснившейся при испытаніи динамо.

Результаты испытаній динамо-машинъ №. 5693 (первая отъ входа).

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | V. | A. | Сила тока въ шунтѣ $i$. | Обороты. | V × A. | Вычисленное V : $i$ сопротив. шунта. | Вычисленное сопротивленіе реостата. | Уатты въ шунтѣ $i$ × V. | Уатты въ якорѣ $r_a \times (A+i)^2$. | Сумма внутрен. потерь. | Проц. отношеніе внутр. потерь къ полезной работѣ: |
| 1 | 47 | 630 | 6,8 | 72 | 29610 | 6,9 | 0,0746 | 320 | 839 | 1159 | 3,91 |
| 2 | 60 | 890 | 8,5 | 84 | 53400 | 7,0 | 0,0674 | 510 | 1671 | 2181 | 4,08 |
| 3 | 73 | 985 | 10,0 | 93 | 71905 | 7,3 | 0.0741 | 730 | 2049 | 2779 | 3,86 |
| 4 | 85 | 1020 | 11,1 | 98 | 86700 | 7,7 | 0,0833 | 944 | 2203 | 3147 | 3,63 |
| 5 | 90 | 1040 | 12,2 | 103 | 93600 | 7,4 | 0,9865 | 1098 | 2290 | 3388 | 3,61 |
| 6 | 100 | 1105 | 13,8 | 112 | 110500 | 7,2 | 0,0905 | 1380 | 2569 | 3949 | 3,57 |
| 7 | 110,2 | 1145 | 15,1 | 119 | 126179 | 7,3 | 0,0960 | 1664 | 2785 | 4449 | 3,54 |
| 8 | 120 | 1170 | 16,9 | 126 | 140400 | 7,1 | 0,103 | 2028 | 2916 | 4944 | 3,52 |
| 9 | 128,2 | 1175 | 18,0 | 131 | 150635 | 7,1 | 0,110 | 2308 | 2946 | 5254 | 3,48 |
| 10 | 137,5 | 1205 | 19,4 | 139 | 165687,5 | 7,1 | 0,114 | 2668 | 3101 | 5769 | 3,48 |
| | №. 5694 (вторая отъ входа). | | | | | | | | | | |
| 1 | 47 | 700 | 7,3 | 83 | 32900 | 6,4 | 0,0671 | 343,1 | 1034 | 1377,1 | 4,18 |
| 2 | 64,7 | 900 | 8,9 | 94 | 58230 | 7,0 | 0,0719 | 575,8 | 1710 | 2285,8 | 3,93 |
| 3 | 71 | 915 | 9,8 | 96 | 64965 | 7,0 | 0,0776 | 695,8 | 1771 | 2466,8 | 3,79 |
| 4 | 81,5 | 980 | 10,6 | 102 | 79870 | 7,7 | 0,0832 | 863,9 | 2032 | 2895,9 | 3,63 |
| 5 | 91,5 | 1040 | 11,9 | 110 | 95160 | 7,7 | 0,0879 | 1088,8 | 2290 | 3378,8 | 3,55 |
| 6 | 100,5 | 1070 | 12,8 | 116 | 107535 | 7,9 | 0,0939 | 1286,4 | 2427 | 3713,4 | 3,45 |
| 7 | 109,5 | 1110 | 14,0 | 122 | 121545 | 7,8 | 0,0986 | 1533,0 | 2615 | 4148,0 | 3,41 |
| 8 | 121,1 | 1140 | 15,8 | 131 | 138054 | 7,7 | 0,106 | 1913,4 | 2766 | 4679,4 | 3,39 |
| 9 | 129,5 | 1175 | 17,2 | 134 | 152162,5 | 7,5 | 0,110 | 2227,4 | 2941 | 5168,4 | 3,39 |
| 10 | 140 | 1195 | 18,9 | 141 | 167300 | 7,41 | 0,117 | 2646,0 | 3050 | 5696,0 | 3,40 |
| 11 | 148 | 1245 | 20,0 | 146 | 184260 | 7,40 | 0,119 | 2960,0 | 3312 | 6272,0 | 3,40 |
| 12 | 152,7 | 1230 | 20,6 | 150 | 187821 | 7,41 | 0,124 | 3145,6 | 3239 | 6384,6 | 3,39 |

Столбецъ VI, дающій вычисленное сопротивленіе шунта безъ дополнительнаго реостата, служитъ контролемъ точности наблюденій и исключительно составленъ съ этою цѣлью. Кромѣ того онъ даетъ возможность наблюдать какъ сопротивленіе шунта сначала понемногу возрастаетъ вслѣдствіе увеличенія сопротивленія проволоки отъ нагрѣванія, а потомъ какъ будто падаетъ вслѣдствіе уменьшенія изоляціи обмотокъ электромагнитовъ нагрѣвшейся машины. Заводомъ Сименса для шунта дано сопротивленіе 7,25 ома измѣренное непосредственно. Среднее же, вычисленное изъ наблюденій по амметру и вольтметру, равно въ первомъ случаѣ 7,20, во второмъ 7,41.

Столбецъ VII показываетъ, какъ измѣнялось во время опыта сопротивленіе желѣзнаго реостата вслѣдствіе нагрѣванія. Какъ видимъ, при испытаніи первой машины оно измѣнилось съ 0,0746 до 0,114 ома.

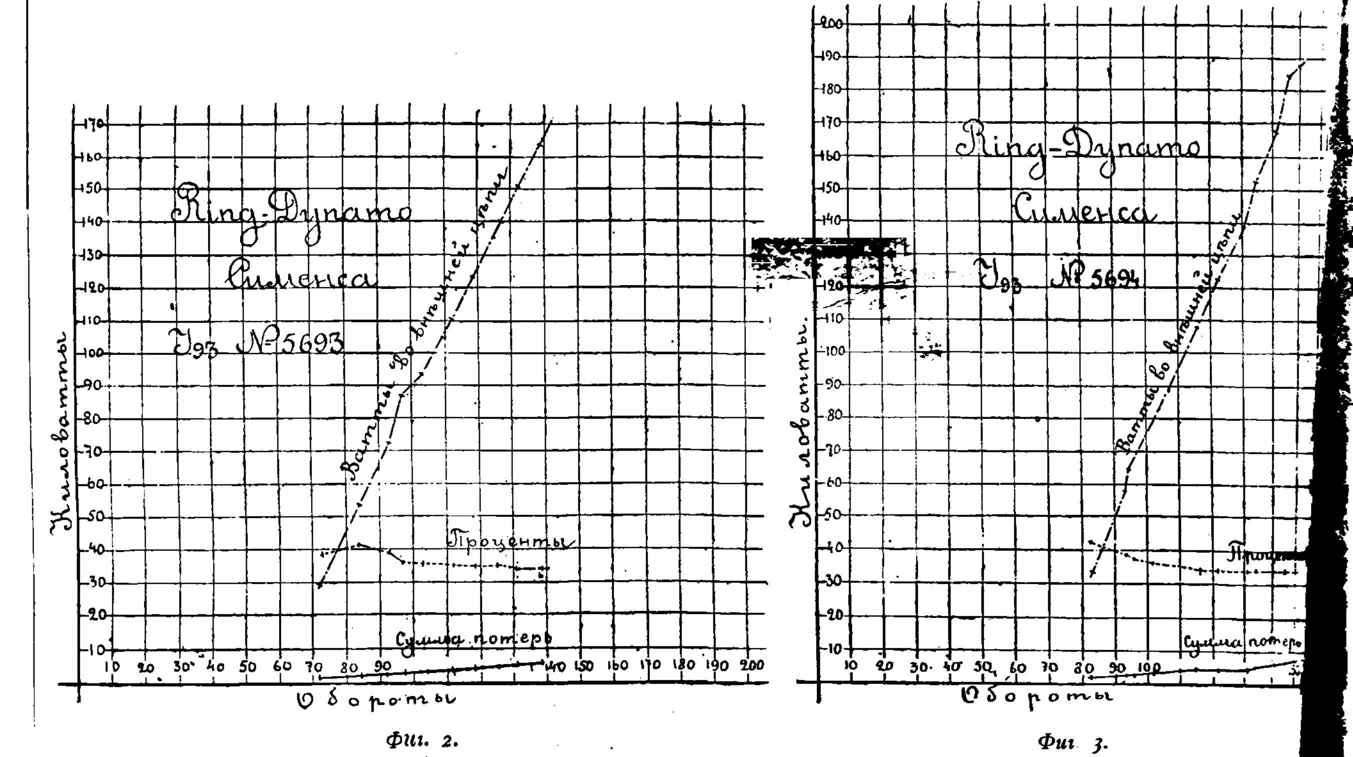
Столбцы VIII и IX даютъ внутреннія электрическія потери машины въ шунтѣ и якорѣ. Мы видимъ, что при ненормально малыхъ нагрузкахъ потеря въ якорѣ въ 3 раза болѣе, чѣмъ въ шунтѣ.

При увеличеніи же нагрузки до наибольшей эти потери стремятся къ равенству. При вычисленіи потерь въ якорѣ сопротивленіе его между щетками принималось равнымъ 0,00207 Ω при 22° C. Это число дано заводомъ Сименса и мною не повѣрено за неимѣніемъ подходящихъ приборовъ, но достовѣрность его видна изъ того, что конкурирующій съ Сименсомъ Фритче въ своей

книгѣ «Die Gleichstrom Dynamomaschine» (1889 г стр. 91) даетъ сопротивленіе якоря кольцевой машины Сименса I 51 на 110 V × 900 Ам. на станціи «Mauerstrasse» въ Берлинѣ равнымъ 0,00347 Ω. Въ нашемъ случаѣ кольцевой машины это есть $^1/_{36}$ часть полнаго круговаго сопротивленія всей обмотки якоря.

Столбецъ X даетъ сумму внутреннихъ электрическихъ потерь въ якорѣ и шунтѣ.

По числамъ столбцевъ V, X и XI составлены кривыя: (фиг. 2 и 3) 1) полезной работы, 2) внутреннихъ электрическихъ потерь и 3) процентнаго отношенія, при чемъ по оси абсцисъ отложены обороты, а по оси ординатъ килоуатты.




*Фиг. 2.* *Фиг. 3.*

Въ столбцѣ XI дано процентное отношеніе внутреннихъ потерь къ полезной работѣ. Мы видимъ, что при наибольшей нагрузкѣ это отношеніе доходитъ лишь до 3,48 и есть величина почти постоянная, очень медленно падающая съ увеличеніемъ нагрузки.

Если обозначимъ эту величину черезъ $\kappa$ и возьмемъ ея среднее значеніе 3,5, то отношеніе полезной работы ко всей электрической работѣ, т. е. такъ называемый «экономическій коэффиціентъ» нашихъ машинъ колеблется около 96,6%.

Это число получается по формулѣ слѣдующаго вида:

$$\frac{V.\,A}{(A+i)^2 r_a + V.\,(A+i)} = \frac{V.\,A}{V.\,A + 0{,}035\ V.\,A} =$$

$$= \frac{1}{1+\frac{k}{100}} = \frac{1}{1{,}035} = 0{,}966.$$

Замѣтимъ здѣсь, что еслибы мы приняли въ разсчетъ измѣненіе сопротивленія якоря отъ нагрѣванія, положивъ напр., что якорь нагрѣлся до 50° С. и увеличилъ свое сопротивленіе на 10%, то это обстоятельство мало повліяло бы на экономическій коэффиціентъ, а именно съ этой поправкой онъ былъ бы равенъ 96,4%.

Еслибы въ знаменателѣ первой части формулы мы имѣли величину всей работы, переданной двигателемъ валу динамо-машины, то по[...]чили бы такъ называемый коэффиціентъ пол[...]наго дѣйствія динамо-машины. Чего же въ не[...] не хватаетъ? Очевидно, что кромѣ внутренн[...] электрическихъ потерь въ динамо-машинахъ е[...] потери совершенно другихъ порядковъ, напр[...] на токи Фуко, правда, легко устранимые, на [...]стерезисъ въ сердечникѣ якоря, на сопротивле[...] воздуха при движеніи, на треніе въ подшип[...]кахъ, но эти потери не могутъ быть велики [...] существу, и коэффиціентъ полезнаго дѣйс[...] машины, можетъ быть, на три процента ниже [...] экономическаго коэффиціента.

Допустивъ такимъ образомъ, что сумма эт[...] мелкихъ потерь достигаетъ работы въ 6000 уа[...] секундъ, мы получимъ коэффиціентъ полез[...] дѣйствія равнаго 93,5%.

Замѣтимъ въ заключеніе, что еслибы въ [...]номъ случаѣ мы воспользовались услугами и[...]катора и изъ всей работы, выдѣленной па[...] на поршняхъ паровой машины тройнаго расш[...]нія вычли работу, потраченную ею на движ[...] водоподъемной помпы, воздушнаго насоса [...]дильника и треній, то врядъ-ли получили бы [...]зультаты, болѣе достовѣрные и съ меньшим[...] дѣломъ погрѣшности.

*Н. По[...]*

# Опыты надъ перемѣнными токами весьма высокой перемежаемости и ихъ примѣненіе къ методамъ искусственнаго освѣщенія.

*Н. Тесла.*

Среди всѣхъ явленій, относящихся къ области электричества, самыми важными оказываются явленія тока, въ виду ихъ примѣненія въ промышленности. Вотъ уже болѣе вѣка, какъ былъ созданъ первый практическій источникъ тока, и съ тѣхъ поръ тщательно изучались явленія, сопровождающія прохожденіе тока, и открывались ихъ законы, благодаря неустанному усилію ученыхъ. Но установленные законы касаются постоянныхъ токовъ и какъ только дѣло доходитъ до быстро мѣняющихся токовъ, обнаруживаются иныя явленія, съ новыми законами, еще невыясненными вполнѣ, не смотря на труды ученыхъ, преимущественно Англичанъ, позволяющіе разбирать только отдѣльные случаи.

Особенныя явленія, являющіяся результатомъ перемѣннаго характера тока, увеличиваются въ числѣ съ возрастаніемъ числа измѣненій; поэтому изученіе ихъ облегчается въ высокой мѣрѣ приборами, спеціально для этой цѣли построенными.

Съ этою цѣлью, а также и для уясненія себѣ другихъ предметовъ, я построилъ перемѣнныя машины способныя дать болѣе двухъ милліоновъ перемѣнъ въ минуту; благодаря этому я и могу сообщить нѣкоторые изъ послѣднихъ результатовъ, которые, надѣюсь, представятъ шагъ впередъ въ дѣлѣ полученія практическаго источника свѣта.

Изученіе токовъ такой быстрой перемѣны весьма интересно, и почти всякій опытъ научаетъ чему нибудь новому; нѣкоторые результаты могутъ быть предсказаны, но большая ихъ часть совершенно неожиданна. Напр., если помѣстить кусокъ желѣза въ сосѣдствѣ электромагнита, то при медленныхъ перемѣнахъ токовъ мы испытываемъ рядъ толчковъ, которые при увеличеніи числа перемѣнъ превращаются въ одно сплошное притяженіе, на самомъ дѣлѣ, конечно, состоящее изъ большаго ряда толчковъ, слѣдующихъ такъ быстро другъ за другомъ, что наше чувство ихъ не различаетъ въ отдѣльности.

Если вызвать дугу между двумя электродами и увеличить число перемѣнъ, то тонъ, сопровождающій дугу повышается все болѣе и болѣе и наконецъ исчезаетъ совсѣмъ, становясь недоступнымъ нашему уху.

Можно наблюдать съ катушкой большаго напряженія индукціонныя, конденсаціонныя и свѣтовыя явленія еще болѣе замѣчательныя. Изложеніе всѣхъ этихъ явленій заняло бы много лишняго времени, и я ограничусь только описаніемъ свѣтовыхъ явленій, которые наиболѣе интересны.

Въ опытахъ для этой цѣли употреблялась индукціонная катушка высокаго напряженія или эквивалентный приборъ для превращенія токовъ съ относительно малымъ числомъ перемѣнъ въ токи большаго напряженія.

Во первыхъ, когда пытаемся достичь желательнаго числа перемѣнъ помощью механическихъ аппаратовъ, встрѣчаются трудности, которыя въ свою очередь уступаютъ другимъ, когда результатъ достигнутъ инымъ путемъ. Далѣе трудно достичь необходимой изоляціи, не увеличивая слишкомъ размѣровъ аппарата, ибо высокій потенціалъ и быстрая перемежаемость тока дѣлаетъ изолировку особенно затруднительной. Если, напр., имѣется газъ въ изоляторѣ, то молекулярная бомбардировка и теплота, ею развиваемая, можетъ преодолѣть болѣе дюйма лучшаго твердаго проводника — стекла, каучука, фарфора, воска и т. д. Необходимое условіе изоляціи — отсутствіе газообразнаго вещества.

Вообще изъ моихъ опытовъ можно вывести слѣдствіе, что тѣла съ наибольшей удѣльной емкостью, какъ стекло, уступаютъ, какъ изоляторы, другимъ, емкость которыхъ меньше, какъ напр., масло, и которые, безъ сомнѣнія даютъ наименьшую діэлектрическую потерю.

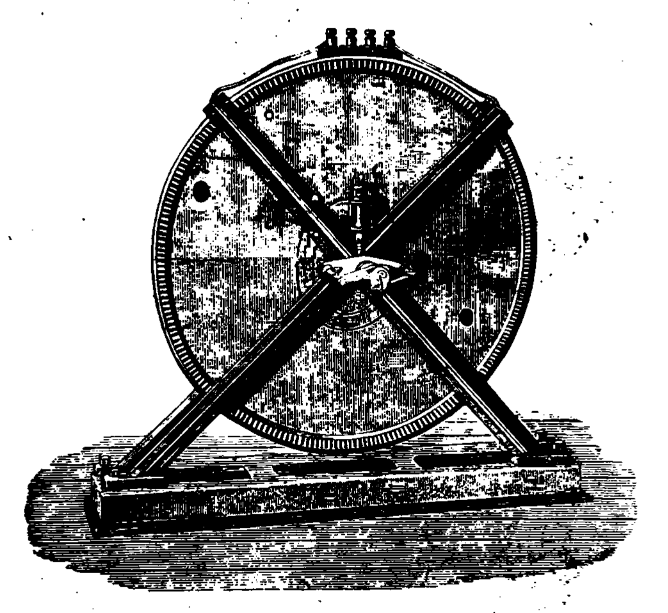
Затрудненія при изоляціи встрѣчаются, конечно, только въ случаѣ высокихъ потенціаловъ; ихъ не находимъ при потенціалахъ въ нѣсколько тысячъ вольтъ и они совсѣмъ отсутствуютъ при проведеніи на какое угодно разстояніе тока, дающаго 20000 перемѣнъ въ секунду. Однако это число перемѣнъ оказывается слишкомъ мало въ нѣкоторыхъ случаяхъ, хотя и является вполнѣ достаточнымъ для многихъ практическихъ приложеній. Къ счастью эта трудность не составляетъ важнаго препятствія; она вліяетъ главнымъ образомъ на величину аппарата, такъ какъ при весьма высокихъ потенціалахъ, освѣтительные аппараты не могутъ быть удалены отъ источника и часто даже должны быть совсѣмъ отъ нихъ близко. Такъ какъ бомбардировка воздухомъ изолированной проволоки, зависитъ отъ сгущающаго ея дѣйствія, то можно совсѣмъ уничтожить потерю, употребляя очень тонкую проволоку и сильно ее изолируя.

Другая трудность зависитъ отъ емкости и самоиндукціи, которыми необходимо обладаетъ катушка. Если катушка велика, т. е. если она содержитъ очень длинную проволоку, она вообще не будетъ годиться для частыхъ перемѣнъ; если же она мала, она будетъ годиться въ этомъ случаѣ, но тогда потенціалъ не можетъ быть очень высокъ.

Хорошій изоляторъ и въ особенности такой, который не обладаетъ большой индуктивной емкостью, представитъ двойную выгоду. Во первыхъ, онъ позволитъ построить катушку, способную вынести огромныя разности потенціаловъ; во вторыхъ, эта маленькая катушка, вслѣдствіе своей малой емкости и малой самоиндукціи можетъ позволить болѣе сильныя и частыя перемѣны. Я думаю, что задача устройства такой индукціонной катушки, обладающей необходимыми для нашихъ цѣлей свойствами, не лишена важности, и я ею долго занимался.

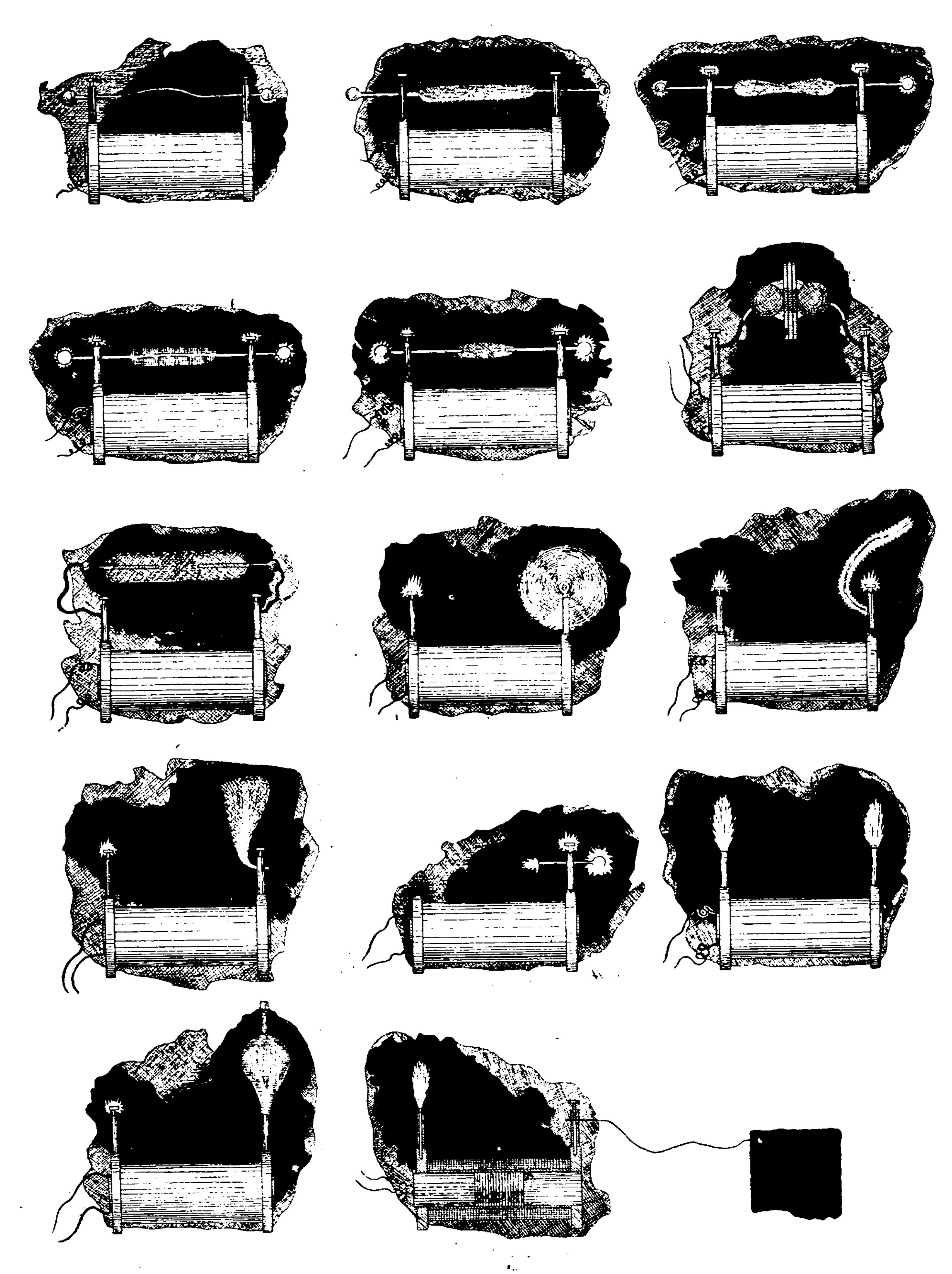
Изслѣдователю, который пожелалъ бы повторить описанные ниже опыты съ перемѣнной машиной, способной давать токи желаемаго числа перемѣнъ, мы рекомендуемъ сдѣлать отдѣльно первичную и вторичную цѣпи катушки такъ, чтобы можно было смотрѣть сквозь трубку, на которую намотана вторичная проволока; при этомъ расположеніи наблюдатель можетъ слѣдить за потоками лучей, исходящихъ изъ первичной обмотки сквозь изоляторъ, и судить по ихъ силѣ о томъ, до какого предѣла онъ можетъ насиловать катушку. Безъ этой предосторожности можно почти навѣрное повредить изоляторъ. Это расположеніе позволяетъ также мѣнять первичную цѣпь, что тоже желательно при опытахъ.

Выборъ типа машины наиболѣе подходящаго къ дѣлу слѣдуетъ представить изслѣдователю. Вотъ, между прочимъ, три типа машинъ, которыми я пользовался.



Фиг. 4.

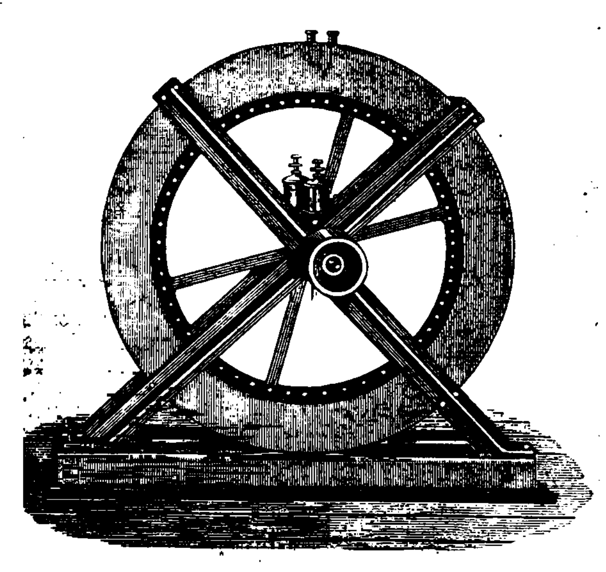
Рисунокъ (фиг. 4) представляетъ машину, служившую въ моихъ опытахъ при демонстраціяхъ. Магнитное поле образовано желѣзнымъ кольцомъ, имѣющимъ 384 полярныхъ проекцій; арматура состоитъ изъ стальнаго диска, къ которому прикрѣпленъ и тщательно припаянъ ободъ изъ мягкаго желѣза,



Фиг. 5.

кругъ обода намотана тонкая проволока изъ мягкаго желѣза, покрытая затѣмъ лакомъ. Проволока арматуры наматывается на латунные штифты, окруженные шелкомъ. Въ этомъ типѣ машинъ діаметръ проволоки въ арматурѣ не долженъ быть болѣе одной шестой толщины полярныхъ проекцій: иначе мѣстное дѣйствіе было бы значительно.

Рисунокъ (фиг. 6) представляетъ большую машину другаго типа. Магнитное поле этой машины состоитъ изъ двухъ подобныхъ частей, заключающихъ между собою возбуждающую намотку или же обмотанныхъ отдѣльно. Каждая часть имѣетъ 480 полярныхъ проекцій расположенныхъ другъ напротивъ друга.



Фиг. 6.

Арматура состоитъ изъ колеса изъ твердой бронзы, снабженнаго проводникомъ, движущимся между проекціями магнитнаго поля. Для наматыванія арматуры я нашелъ удобнымъ поступать слѣдующимъ образомъ. Я построилъ кругъ изъ твердой бронзы необходимыхъ размѣровъ. Этотъ кругъ и ободъ колеса снабжены достаточнымъ числомъ штифтовъ и прикрѣплены оба къ подставкѣ. Когда проводникъ арматуры намотанъ, штифты перерѣзываются и арматура удерживается на своемъ мѣстѣ двумя кольцами прикрѣпленными въ свою очередь винтами къ кругу и къ ободу. Все представляетъ одно цѣлое. Проводникъ арматуры въ машинѣ этого типа можетъ состоять изъ мѣднаго листа, толщиною сообразнаго съ размѣрами полярныхъ проекцій, или изъ кабелей съ тонкой проволокой.

Рисунокъ (фиг. 7) представляетъ машину меньшихъ размѣровъ, во многихъ отношеніяхъ похожую на первую, исключая того, что проволоки арматуры и возбуждающая намотка остаются неподвижными, а движется только ядро изъ мягкаго желѣза.

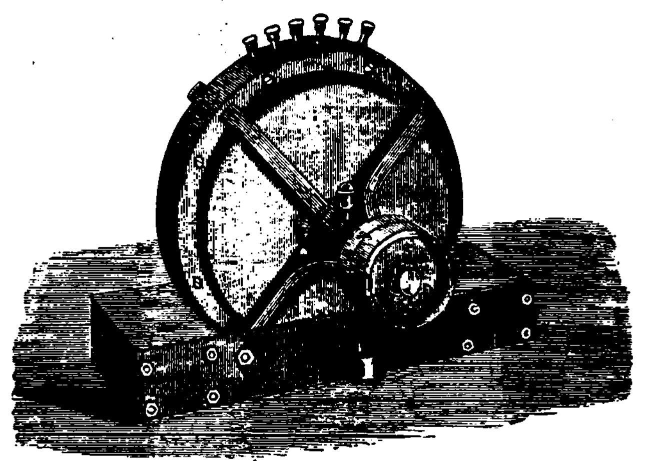
Впрочемъ нѣтъ нужды слишкомъ долго останавливаться на подробностяхъ устройства этихъ машинъ, уже описанныхъ въ *Electrical Engineer*. Я впрочемъ считаю умѣстнымъ обратить вниманіе экспериментатора на два обстоятельства, важность которыхъ отъ него можетъ ускользнуть, не смотря на свою очевидность: это мѣстное дѣйствіе въ проводникахъ, котораго слѣдуетъ тщательно избѣгать, и шаткость установки которая должна быть сведена до минимума.

Я долженъ прибавить, что въ виду необходимости имѣть большую линейную скорость, арматура должна обладать по возможности большимъ діаметромъ. Между многими типами машинъ, которыя я построилъ, я нашелъ что типъ изображенный на фиг. 4 наиболѣе легко выполнимъ и что вообще это хорошій типъ экспериментальной машины.

Въ опытахъ съ индукціонной катушкой при быстро мѣняющихся токахъ, первыя явленія, которыя намъ бросаются въ глаза, будутъ, конечно явленія разряда при высокомъ напряженіи. По мѣрѣ того, какъ возрастаетъ число перемѣнъ въ секунду или по мѣрѣ того, какъ вслѣдствіе частой перемежаемости мѣняется первичный токъ, разрядъ постепенно мѣняется въ видѣ. Трудно было бы описать малѣйшія постепенныя измѣненія и условія, ихъ опредѣляющія, но въ общемъ можно намѣтить пять различныхъ формъ разряда.

Первое мѣсто займетъ слабый и чувствительный разрядъ въ видѣ тонкой и слабо окрашенной нити (фиг. 5,1) *); онъ происходитъ, когда число перемѣнъ велико, а токъ въ первичной цѣпи очень слабъ. Не смотря на слабость тока, его измѣненія велики, и разность потенціаловъ у концовъ вторичной цѣпи значительна, такъ что дуга появляется при большихъ разстояніяхъ. Количество же электричества, приводимое въ движеніе такъ мало, что оно едва достаточно для поддерживанія тонкой нитевидной дуги. Послѣдняя до того чувствительна, что ее тревожитъ малѣйшее дуновеніе, и она постоянно находится въ движеніи, если не защищена отъ потоковъ воздуха. Не смотря на все однако, эта форма разряда очень постоянна, и если свести разстояніе между электродомъ до трети предѣльнаго, то ее можно задуть только съ трудомъ. Это исключительное постоянство короткаго разряда зависитъ безъ сомнѣнія отъ тонкости дуги, которая доставляетъ малое сопротивленіе дуновенію; большая же чувствительность длиннаго разряда вѣроятно зависитъ отъ частицъ пыли, взвѣшенныхъ въ воздухѣ.

Заставляя первичный токъ усиливаться, мы получимъ болѣе широкій и сильный разрядъ, такъ какъ при этомъ вліяніе емкости катушки выступаетъ явственнѣе, и, наконецъ, при подходящихъ условіяхъ появляется бѣлая пылающая дуга часто въ палецъ толщиною и длиною во всю катушку (фиг. 5,2). Эта дуга производитъ замѣтное нагрѣваніе и характеризуется отсутствіемъ высокаго тона, сопровождающаго менѣе сильныя разряды. Въ этихъ условіяхъ рисковано подвергать себя ударамъ катушки, не смотря на то, что въ другихъ случаяхъ, когда потенціалъ бываетъ и выше, это можно дѣлать безпоказанно. Полученіе этого вида разряда не сопряжено со слишкомъ большимъ числомъ перемѣнъ для катушки и требуетъ только, чтобы были удовлетворены нѣкоторыя соотношенія между емкостью катушки, ея самоиндукціей и числомъ перемѣнъ. Важность этихъ факторовъ для цѣпей съ перемѣнными токами хорошо извѣстны и обыкновенныя правила сюда приложимы подъ нѣкоторыми условіями. Но для индукціонной катушки существуютъ исключительныя условія, которыя берутъ перевѣсъ.



Фиг. 7.

Во первыхъ самоиндукція мало вліяетъ на явленіе до появленія дуги, да и въ послѣднемъ случаѣ она не играетъ такой преобладающей роли, какъ въ обыкновенныхъ цѣпяхъ съ перемѣннымъ токомъ, такъ какъ емкость распредѣлена по всей длинѣ катушки и такъ какъ катушка разряжается черезъ проводникъ большаго сопротивленія; отсюда необыкновенная слабость токовъ. Во вторыхъ, емкость увеличивается съ возрастаніемъ потенціала по причинѣ поглощенія всегда достигающаго высокой степени.

Въ виду всего этого, кажется невѣроятнымъ существо-

*) Счетъ чертежей на фиг. 5 идетъ по строкамъ, въ первой №№ 1, 2, 3, во второй №№ 4, 5, 6 и т. д.

ваніе критической зависимости между упомянутыми величинами, и обыкновенныя правила кажутся неприложимыми. По мѣрѣ повышенія потенціала, будетъ ли это происходить отъ увеличенія числа перемѣнъ или усиленія первичнаго тока, количество накопленной энергіи становится все болѣе и болѣе значительнымъ, и емкость пріобрѣтаетъ все болѣе и болѣе важности. До извѣстнаго предѣла емкость выгодна, но дальше она превращается въ громадное препятствіе. Изъ этого слѣдуетъ, что данная катушка даетъ максимальное дѣйствіе при опредѣленномъ числѣ перемѣнъ въ секунду и при опредѣленной силѣ первичнаго тока. Большая катушка, питаемая токомъ очень быстрой перемежаемости, можетъ дать искры не болѣе четвтрти дюйма длиною. Увеличивая емкость на ея полюсахъ мы можемъ немного улучшить условія, но то именно, чего ей въ дѣйствительности будетъ не доставать — это меньшее число перемѣнъ.

Когда появляется пылающій разрядъ, то становится очевиднымъ, что въ цѣпи циркулируетъ при этомъ токъ наибольшей силы. Можно достичь этихъ условій, измѣняя въ широкихъ предѣлахъ число перемѣнъ, но наибольшее число перемѣнъ, при которомъ можетъ еще происходить пылающій разрядъ, для даннаго первичнаго тока, обусловливаетъ еще и максимумъ разстоянія концовъ электродовъ въ катушкѣ. При сіяющемъ разрядѣ вліяніе емкости на яркость искры неощутительно, такъ какъ количество запасенной и израсходованной энергіи вполнѣ одинаковы.

Этотъ видъ разряда служитъ пробой для катушки; разрывъ, если онъ происходитъ, похожъ на разрывъ лейденской перезаряженной банки. Для примѣра я могу указать, что при обыкновенной катушкѣ въ 10000 омовъ сопротивленіемъ, наиболѣе сильная дуга является при 12000 перемѣнъ въ секунду.

Увеличивая за эти предѣлы число перемѣнъ въ секунду, мы заставляемъ, само собою разумѣется, увеличиваться потенціалы, но разстояніе разряда можетъ уменьшаться, несмотря на всю кажущуюся парадоксальность этого факта. По мѣрѣ возрастанія потенціала катушка все болѣе и болѣе пріобрѣтаетъ свойства статической машины до тѣхъ поръ, пока не появится прекрасное явленіе лучистаго разряда (фиг. 5,3), которое можетъ появлятся по всей длинѣ катушки. При этомъ изъ всѣхъ угловъ и острій свободно исходятъ лучи; видны также потоки лучей въ промежуткахъ между первичною и вторичною намотками; при очень высокомъ потенціалѣ эти потоки видны всегда, даже при рѣдкихъ перемѣнахъ и въ томъ случаѣ, если первичная спираль окружена на дюймъ толщины воскомъ, эбонитомъ, стекломъ или другимъ изоляторомъ. Это весьма ограничиваетъ силу катушки, но я укажу потомъ, какъ мнѣ удалось въ значительной мѣрѣ обойти это неудобство въ обыкновенной катушкѣ.

Независимо отъ потенціала, на силу свѣта лучей весьма вліяетъ быстрота перемѣны, но если катушка велика, то лучи видны всегда, какъ бы медленны ни были перемѣны. Напр., при очень большой катушкѣ въ 67000 омовъ, построенной недавно мною, потоки свѣта появляются уже при 100 перемѣнахъ въ секунду и меньше, не смотря на изолирующій слой эбонита въ 3/4 дюйма. Когда перемѣны очень часты, то катушка издаетъ звукъ, напоминающій шипѣніе заряженной машины Гольца, но болѣе явственный, и распространяетъ сильный запахъ озона. Чѣмъ рѣже перемѣны, тѣмъ болѣе вѣроятности повредить при этомъ катушку. Когда перемѣны очень быстры, то потоки свѣта проходятъ свободно, произведя только легкое и равномѣрное нагрѣваніе изолятора.

Присутствіе этихъ лучей указываетъ на необходимость устройства дорогихъ катушекъ, въ которыхъ можно было бы смотрѣть сквозь трубку, окружающую первичную цѣпь и мѣнять по произволу эту послѣднюю; иначе промежутокъ между первичною и вторичною обмотками долженъ быть совершенно заполненъ изолирующимъ веществомъ, чтобы совсѣмъ уничтожить всякіе слѣды воздуха. Несоблюденіе этого простаго правила причинило гибель не одной цѣнной катушкѣ изъ тѣхъ, какія ходятъ въ торговлѣ.

Въ моментъ, когда появляется сіяющій разрядъ или при еще болѣе быстрыхъ перемѣнахъ, можно, сдвигая на извѣстное разстояніе полюсы и регулируя емкость, произвести настоящій пучекъ искръ бѣлыхъ, какъ серебро,—кисть изъ очень тонкихъ серебряныхъ нитей среди сильнаго снопа (фиг. 5,4), при чемъ, вѣроятно, каждая искра соотвѣтствуетъ одной перемѣнѣ. Это явленіе, произведенное въ хорошихъ условіяхъ, вѣроятно, представляетъ самую красивую форму разряда и пріобрѣтаетъ особенно характерный видъ, если направить на него потокъ воздуха.

Снопъ искръ производитъ непріятное ощущеніе, если его направить черезъ тѣло, тогда какъ простой сіяющій разрядъ не оказываетъ никакого дѣйствія, когда принимаютъ его, держа въ рукахъ концы электродовъ достаточно широкіе для того, чтобы избѣжать маленькихъ обжоговъ.

Когда еще увеличить быстроту перемѣнъ, то катушка можетъ давать только короткія искры и тутъ мы наблюдаемъ пятую типическую форму разряда (фиг. 5,5). Стремленіе къ излученію становится такъ велико, что, когда на одномъ полюсѣ вызвана кисть, то искръ не появляется при приближеніи къ лучамъ руки или проводящаго предмета; и что всего характернѣе—лучи не легко изгибаются отъ приближенія индуктирующаго тѣла.

Въ этомъ состояніи лучи проходятъ съ величайшей легкостью черезъ значительныя толщины изоляторовъ, и тутъ весьма интересно изучать отношеніе разныхъ изоляторовъ. Для этого стоитъ соединить концы катушки съ металлическими шарами, помѣщаемыми на желательномъ разстояніи (фиг. 5,6).

Шары слѣдуетъ предпочесть пластинкамъ, ибо они позволяютъ, какъ нельзя лучше, наблюдать разрядъ. Помѣщая между ними діэлектрикъ, замѣчаемъ красивыя явленія; если шары очень близки и если между ними проскакиваютъ искры, мы ихъ мгновенно прекратимъ, раздѣляя шары тонкимъ эбонитовымъ листомъ, и тогда разрядъ распространяется въ видѣ свѣтлаго круга діаметромъ въ нѣсколько дюймовъ, если только шары достаточно велики.

Прохожденіе лучей нагрѣваетъ и, черезъ извѣстное время, размягчаетъ эбонитъ, такъ что бываетъ возможно склеить вмѣстѣ два листа. Если шары настолько удалены другъ отъ друга, что искры нѣтъ, и если даже они раздѣлены большимъ разстояніемъ, чѣмъ на какомъ могутъ проскакивать искры, то помѣщая между шарами толстую пластинку стекла, мы тотчасъ вызовемъ переходъ разряда со стекла на шары въ видѣ свѣтящихся лучей. Кажется, будто при этомъ лучи проходятъ сквозь діэлектрикъ. На дѣлѣ это не такъ, ибо лучи образуются отъ того, что частицы воздуха въ промежуткахъ между шарами и стекломъ приходятъ въ сильное движеніе.

Если кромѣ воздуха нѣтъ никакого другаго діэлектрика, то бомбардировка существуетъ, но слишкомъ слабая, чтобы ее видѣть; вводя діэлектрикъ, мы увеличиваемъ эффектъ и молекулы воздуха встрѣчаютъ препятствіе, такъ что лучи становятся свѣтящимися.

Если бы механическими средствами удалось произвести такое же сильное движеніе молекулъ, то мы получили бы тоже самое явленіе. Струя воздуха, вытекающая подъ огромнымъ давленіемъ изъ маленькаго отверстія и ударяющая объ изолирующее вещество, напр. о стекло, можетъ свѣтиться въ темнотѣ и этимъ путемъ можно опредѣлить фосфоресценцію стекла и другихъ веществъ.

Чѣмъ болѣе индуктивная емкость изолятора, тѣмъ сильнѣе производимый ею эффектъ. Поэтому лучи показываются при очень высокихъ потенціалахъ даже тогда, если толщина стекла достигаетъ одного или двухъ дюймовъ. Кромѣ нагрѣванія отъ бомбардированія, происходитъ извѣстное нагрѣваніе внутри діэлектрика, болѣе значительное въ стеклѣ, чѣмъ въ эбонитѣ. Я приписываю это обстоятельство большей индуктивной способности стекла, чѣмъ эбонита, а потому и большей суммѣ энергіи, поглощаемой стекломъ для одной и той же разницы потенціаловъ. Это совершенно также, какъ если бы съ батареей соединить латунную и мѣдную проволоку одних и тѣхъ же размѣровъ; мѣдь, хотя и лучшій проводникъ, нагрѣвается больше, такъ какъ потребляетъ больше тока; въ послѣднемъ случаѣ оказывается недостаткомъ какъ разъ то, что въ стеклѣ составляетъ преимущество. Стекло обыкновенно доставляетъ свободный путь разряду раньше эбонита; нагрѣтое до извѣстнаго предѣла оно вдругъ пробивается разрядомъ въ одной точкѣ и тогда появляется обыкновенная дуга.

Эффектъ, производимый молекулярной бомбардировкой діэлектрика уменьшился бы, конечно, при большемъ давленіи воздуха; при очень высокихъ давленіяхъ онъ сдѣлался бы

неощутительнымъ, если не увеличить соотвѣтственно и число перемѣнъ.

Часто замѣчается при этихъ опытахъ, когда сферы перешли за наибольшее разстояніе разряда, что приближеніе стекла можетъ вызвать перескакиваніе искры между шарами. Это происходитъ тогда, когда емкость шаровъ ниже критической величины, которая обусловливаетъ наибольшую разность потенціаловъ между концами катушки. Приближеніе діэлектрика, увеличивая удѣльную индуктивную емкость, производитъ эффектъ, отвѣчающій увеличенію емкости шаровъ; потенціалъ на концахъ можетъ подняться до высоты достаточной для преодолѣнія слоя воздуха. Опытъ особенно удается съ тяжелымъ стекломъ или со слюдою.

Другое интересное наблюденіе, когда разрядъ проходитъ сквозь изолирующую пластинку, состоитъ въ томъ, что пластинка сильно притягивается болѣе близкимъ къ ней шаромъ, что очевидно зависитъ отъ меньшей молекулярной бомбардировки со стороны этого шара, а можетъ быть и отъ болѣе сильной электризаціи. Изъ роли діэлектриковъ въ этихъ опытахъ можно заключить, что наилучшимъ изоляторомъ для быстро мѣняющихся токовъ является тотъ, который обладаетъ наименьшею удѣльной индуктивной емкостью и въ тоже время способенъ вынести наибольшую разность потенціаловъ; такимъ образомъ имѣются два діаметрально противуположныхъ способа обезпечить изоляцію, употребляя или совершенную пустоту или газъ подъ громаднымъ давленіемъ; и тотъ, и другой практически не легко достижимы.

Въ особенности интересно замѣтить, какъ дѣйствуетъ въ этихъ опытахъ высокая степень разряженія. Соединяя съ концами катушки пробную трубку снабженную электродами и разряженную въ высокой мѣрѣ (фиг. 5,7) мы замѣтимъ, что электроды мгновенно нагрѣваются до высокой температуры, концы трубки сильно фосфоресцируютъ, тогда какъ середина остается сравнительно темною и нѣкоторое время холодною.

Когда число перемѣнъ достаточно велико для того, чтобы можно было наблюдать разрядъ, изображенный на фиг. 5,5, можно навѣрное утверждать, что въ катушкѣ происходитъ потеря энергіи; катушка однакоже можетъ функціонировать такимъ образомъ продолжительное время, постепенно нагрѣваясь.

Не смотря на громадную разность потенціаловъ, прохожденіе разряда черезъ тѣло вызываетъ умѣренное ощущеніе, если только руки защищены. Это зависитъ до извѣстной степени отъ очень частыхъ перемѣнъ, главнымъ же образомъ отъ того, что во внѣшней цѣпи имѣется меньше свободной энергіи, когда разность потенціаловъ достигаетъ этихъ громадныхъ размѣровъ, ибо поглощаемая катушкой энергія растетъ пропорціонально квадрату потенціала. До извѣстнаго предѣла энергія, способная быть утилизированной, растетъ, какъ потенціалъ, но потомъ она быстро уменьшается.

Итакъ въ катушкѣ обыкновенной большаго напряженія мы наблюдаемъ тотъ парадоксальный фактъ, что при данномъ первичномъ токѣ ударъ можетъ быть смертеленъ, тогда какъ при гораздо болѣе сильномъ токѣ, онъ можетъ быть безопасенъ, при томъ же числѣ перемѣнъ. При большомъ числѣ перемѣнъ и при очень высокихъ потенціалахъ, если концы катушки не соединены съ тѣлами извѣстныхъ размѣровъ, вся доставляемая энергія тратится въ самой катушкѣ. При этомъ не происходитъ ни разрыва, ни мѣстнаго поврежденія, но весь аппаратъ, изоляторъ и проводникъ, нагрѣваются равномѣрно.

Для устраненія недоразумѣній касательно физіологическаго дѣйствія перемѣнныхъ токовъ очень быстрой перемѣны, я считаю долгомъ отмѣтить, какъ фактъ неоспоримый, то, что они несравненно менѣе опасны, чѣмъ токи медленно мѣняющіеся; не надо однако думать, что они совсѣмъ безопасны, и то, что было сказано, относится къ обыкновенной катушкѣ высокаго напряженія, токи отъ которой по необходимости очень слабы; токи отъ машины или отъ вторичной цѣпи низкаго напряженія производятъ болѣе или менѣе сильное дѣйствіе и могутъ причинить серьезное зло, въ особенности въ соединеніи съ конденсаторами.

Сіяющій разрядъ прибора высокаго напряженія отличается во многихъ отношеніяхъ отъ разряда статической машины. Онъ не обладаетъ фіолетовымъ цвѣтомъ на положительномъ полюсѣ, ни блескомъ отрицательнаго полюса статическаго разряда, но является промежуточнымъ, будучи, естественнымъ образомъ, въ одно время и положительнымъ и отрицательнымъ. Но такъ какъ излученіе сильнѣе на положительномъ полюсѣ, чѣмъ на отрицательномъ, то разрядъ съ кистью походитъ скорѣе на статическій рязрядъ съ положительнаго полюса.

Вѣтеръ, производимый лучами, не смотря на свою силу иногда такую, что онъ чувствуется на нѣкоторомъ разстояніи отъ катушки, все же относительно слабѣе, чѣмъ тотъ, который производится положительною кистью статической машины, и менѣе тревожитъ пламя. Судя по природѣ явленія, можно думать, что сила этого вѣтра уменьшается при увеличеніи числа перемѣнъ, и что при извѣстномъ ихъ числѣ онъ вовсе не будетъ замѣтенъ при обыкновенномъ атмосферическомъ давленіи. При числѣ перемѣнъ, достигаемомъ машиною, механическое дѣйствіе достаточно для того, чтобы заставить вертѣться большія мельнички, представляющія въ темнотѣ красивое зрѣлище благодаря обилію лучей (фиг. 5,8).

Почти всѣ опыты, производимые статическими машинами съ значительно большимъ эффектомъ могутъ быть произведены съ помощью описанныхъ приборовъ. Фигуры 5,9 5,10, 5,11 и 5,14, представляютъ явленія излученія отъ острій, и шариковъ, прикрѣпленныхъ къ зажимамъ катушки и отъ проводниковъ, ведущихъ отъ зажимовъ. Замѣчательное явленіе представляетъ фиг. 5,12. Если къ зажимамъ прикрѣпить два металлическихъ столбика, то при весьма высокихъ потенціалахъ изъ нихъ исходятъ двѣ кисти пламени, настоящаго пламени, которое даже до извѣстной степени нагрѣваетъ. Это замѣчательное явленіе происходитъ безъ сомнѣнія отъ сильныхъ столкновеній воздушныхъ частицъ, становящихся свѣтящимися и нагрѣвающихся; оно тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше перемежаемость при томъ же потенціалѣ.

Явленія нагрѣванія еще болѣе замѣтны на слѣдующемъ приборѣ (фиг. 5,13). Въ сосудъ, изъ котораго выкачанъ воздухъ, вваяна тонкая проволока, соединенная извнѣ съ зажимомъ катушки. При приведеніи послѣдней въ дѣйствіе проволока накаливается до бѣла и приходитъ въ круговое движеніе, образуя внутри трубки свѣтящуюся воронку.

Изъ всѣхъ опытовъ какіе можно дѣлать съ быстро мѣняющимися токами, самыми интересными оказываются тѣ, которые касаются осуществленія практичнаго освѣщенія. Нельзя отрицать, что современныя методы, не смотря на весь блестящій успѣхъ, весьма дороги; необходимо потому открыть лучшія методы и изобрѣсти болѣе совершенные приборы.

Современныя изслѣдованія открыли новые пути къ полученію производительнаго источника свѣта, и ученые піонеры заставили вниманіе обратиться въ этомъ направленіи. Многіе были увлечены энтузіазмомъ и страстью къ открытію, и ошиблись въ своемъ рвеніи къ намѣченной цѣли. Исходя изъ идеи электромагнитныхъ волнъ они обратили, быть можетъ, слишкомъ много вниманія на изученіе электромагнитныхъ явленій, оставивъ въ сторонѣ явленія электростатическія. Конечно, почти всѣ изслѣдователи пользовались аппаратами, похожими на употреблявшіеся въ прежнихъ опытахъ. Но въ этихъ аппаратахъ электростатическія явленія весьма слабы, не смотря на всю громадность электромагнитныхъ эффектовъ.

Въ опытахъ Гертца, напр., катушка высокаго напряженія замкнута дугой очень малаго сопротивленія, которое тѣмъ меньше, чѣмъ больше емкость полюсовъ; этимъ самымъ на нихъ сильно уменьшается разность потенціаловъ. Съ другой стороны, когда разрядъ не проходитъ между полюсами, электростатическіе эффекты могутъ быть значительны, впрочемъ количественно, а не качественно, такъ какъ возстановленія и разрывы быстры, а быстрота перемѣны слаба. Ни въ томъ, ни въ другомъ случаѣ, поэтому не ощущается сильныхъ электростатическихъ явленій.

Аналогичныя условія встрѣчаются также въ опытахъ Лоджа, гдѣ отъ лейденскихъ банокъ получается колебательный разрядъ. Полагали, что въ подобныхъ случаяхъ большая часть энергіи излучается въ пространство. Описанные мною опыты ясно показываютъ, что въ это вѣрить нельзя.

Я могу утверждать, что въ подобныхъ случаяхъ большая часть энергіи тратиться въ видѣ тепла въ разряжающей цѣпи и въ проводящихъ и непроводящихъ веществахъ, составляющихъ лейденскую банку; правда, нѣкоторая часть энергіи расходуется на электризацію воздуха; но эта часть излучающейся энергіи весьма мала.

Когда катушка высокаго напряженія, приводится въ дѣйствіе токомъ, только 20000 разъ въ секунду мѣняющимъ направленіе, и замкнута черезъ лейденскую банку, даже очень маленькую, вся энергія, по настоящему, проходитъ черезъ діэлектрики банки; послѣдній заряжается, и электростатическія явленія обнаруживаются только въ весьма слабой степени. Внѣшнюю цѣпь лейденской банки, т. е. разрядникъ, сообщающійся съ обложками, можно разсматривать какъ цѣпь съ перемѣннымъ токомъ весьма малаго періода и достаточно высокаго потенціала, замкнутую обложками и діэлектрикомъ банки: ясно; что въ этомъ случаѣ электростатическія явленія очень слабы, даже въ томъ случаѣ, когда пользуются возвратной цѣпью. Эти условія выясняютъ вполнѣ, что съ обыкновенными аппаратами небыло возможности наблюдать сильныхъ электростатическихъ явленій и что всѣмъ, что мы знаемъ въ этой области, мы обязаны только большой ловкости экспериментаторовъ.

Но сильные электростатическіе эффекты представляютъ Conditio sine qua non для полученія свѣта, требуемаго теоріей. Поэтому съ одной стороны, электромагнитныя явленія не дадутъ намъ ничего, такъ какъ для произведенія желаемаго эффекта надо было бы заставить перемѣнный токъ проходить по проводнику, который пересталъ бы его проводить гораздо раньше, чѣмъ было бы достигнуто необходимое число перемѣнъ въ секунду. Съ другой стороны электромагнитныя волны, длиною своею далеко превосходящія свѣтовыя и получаемыя при разрядѣ конденсатора, по видимому, не могутъ быть примѣнены къ дѣлу по мимо проводниковъ, какъ это и дѣлается въ современной практикѣ требующей несоразмѣрныхъ затратъ.

Такія волны не могутъ производить дѣйствія на статическіе заряды молекулъ или атомовъ газа, заставлять послѣдніе дрожать или испускать свѣтъ. Длинныя поперечныя волны повидимому не могутъ производить такихъ эффектовъ потому, что они могутъ проникать свободно черезъ большія толщи воздуха. Эти темныя волны, по крайней мѣрѣ тѣ, которые по своей длинѣ не приближаются къ свѣтовымъ, не могутъ, по видимому производить свѣченія въ Гейслеровскихъ трубкахъ, и я склоненъ думать, что явленія, вызываемыя въ трубкахъ безъ электродовъ, относятся къ разряду электростатическихъ.

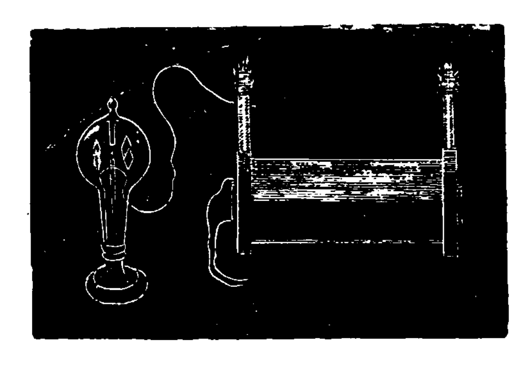
Чтобы вызвать эти свѣтовыя явленія, необходимы непосредственные электростатическіе толчки, которые могли бы дѣйствовать на молекулярные заряды, и производить свѣтъ, какой бы быстротой перемѣны они не обладали. Такъ какъ, далѣе, проводникъ, размѣры котораго доступны еще измѣренію, не можетъ проводить тока желательнаго числа перемѣнъ, то слѣдуетъ воспользоваться газомъ; полученіе сильныхъ электростатическихъ явленій становится настоятельною необходимостью.

Я нашелъ, такимъ образомъ, что электростатическія явленія способны произвести свѣтъ. Можно, напримѣръ, помѣстить огнеупорное тѣло въ шаръ, болѣе или менѣе освобожденный отъ воздуха, и соединить его съ источникомъ электричества высокаго быстро измѣняющагося потенціала; при этомъ тѣло получаетъ большое число быстрыхъ ударовъ въ секунду отъ молекулъ газа и приводится тѣмъ самымъ въ состояніе каленія. Можно еще помѣстить такое тѣло въ очень совершенную пустоту и, взявъ очень высокій потенціалъ и очень быструю перемежаемость, передать сосѣднимъ тѣламъ энергію достаточную для поддержанія его въ раскаленномъ состояніи; другими словами, пользуясь очень высокими потенціалами весьма быстрой перемѣны, произвести такое потрясеніе въ эфирѣ, увлеченномъ частицами газа или ихъ зарядами, что это заставитъ ихъ дрожать и испускать свѣтъ.

Но такъ такъ электростатическія явленія зависятъ отъ потенціала и числа перемѣнъ, то обѣ эти величины должно увеличивать по мѣрѣ возможности, чтобы получить наиболѣе энергичное дѣйствіе. Можно получить хорошіе результаты, оставляя одинъ изъ факторовъ слабымъ, лишь бы другой былъ достаточно великъ. Впрочемъ для обоихъ существуютъ границы. Мои опыты пока показываютъ, что число перемѣнъ не можетъ быть сдѣлано больше извѣстнаго, вопервыхъ потому, что потенціалъ становится опаснымъ вслѣдствіе своей величины, а во вторыхъ потому, что и сила свѣта отсюда не выигрываетъ.

Я констатировалъ, что при обыкновенномъ, слабомъ числѣ перемѣнъ физіологическій эффектъ тока, необходимаго для поддержанія нѣкоторой силы блеска въ гейслеровой трубкѣ четырехъ футовъ длиною съ внутренними и внѣшними обкладками, такъ велики, что можетъ причинить серьезный вредъ тому, кто вовсе не привыкъ къ подобнымъ потрясеніямъ; наоборотъ при двадцати тысячахъ перемѣнъ въ секунду можно поддерживать въ трубкѣ ту же яркость, не чувствуя ничего. Это происходитъ оттого, что въ послѣднемъ случаѣ необходимъ гораздо меньшій потенціалъ для произведенія того же свѣтоваго эффекта, а также и оттого, что полезное дѣйствіе въ полученіи свѣта больше. Ясно, что полезное дѣйствіе тѣмъ больше, чѣмъ быстрѣе перемѣны, такъ какъ молекулы быстрѣе заряжаются и разряжаются, а энергія потерянная въ темномъ излученіи уменьшается. Къ сожалѣнію нельзя перейти за извѣстную степень быстроты, такъ какъ являются затрудненія какъ въ полученіи, такъ и въ передачи этихъ явленій.

Я сказалъ уже, что тѣло, заключенное въ неразрѣженное пространство можетъ быть сильно нагрѣто, если его соединить съ перемѣннымъ источникомъ съ высокимъ потенціаломъ. Въ подобномъ случаѣ нагрѣваніе происходитъ по всей вѣроятности, отъ бомбардировки со стороны молекулъ газа, заключеннаго въ тоже пространство. Когда пространство это (напр., полость запаянной трубки) разрѣжено, нагрѣваніе тѣла происходитъ гораздо быстрѣе, и нѣтъ ничего труднаго довести до какой угодно степени каленія проволоку или волокно, соединивъ его только съ полюсомъ катушки подходящихъ размѣровъ.



Фиг. 8.

Такимъ образомъ, соединивъ извѣстный приборъ профессора Крукса, состоящій изъ платиновой проволоки, поддерживающей крылушки (фиг. 8), съ полюсомъ катушки, мы заставимъ проволоку раскалиться, и крылушки начинаютъ вертѣться, какъ будто бы подъ вліяніемъ тока батареи. Тонкое угольное волокно или лучше шарикъ изъ огнеупорнаго вещества (фиг. 9) можетъ достигнуть сильнаго каленія, не смотря на свою плохую проводимость; такимъ образомъ мы получаемъ простую лампу, способную доставить желаемую яркость.

Успѣхъ лампъ этого рода будетъ зависѣть отъ выбора свѣтящагося тѣла, а такъ какъ плохо проводящія огнеупорныя тѣла, способныя долго выдерживать очень высокую температуру, могутъ сослужить при этомъ службу, то слѣдуетъ отдать преимущество приборамъ этого рода.

Можно было бы вообразить, что если пространство, содержащее огнеупорный шарикъ весьма разрѣжено, т. е. на сколько позволяютъ это сдѣлать лучшіе насосы, то нагрѣваніе будетъ меньше и что его вовсе не будетъ въ совершенной пустотѣ. Этого вовсе не подтверждаютъ мои опыты: чѣмъ лучше пустота, тѣмъ легче тѣла приводятся въ состояніе каленія. Результаты эти интересны во многихъ отношеніяхъ.

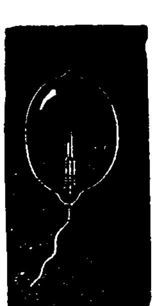
Въ началѣ этой работы у меня явилась мысль, что два тѣла изъ огнеупорнаго вещества, будучи помѣщены въ пространство, разрѣженное до такой степени, что искра отъ сильной катушки уже не проскакиваетъ въ обыкновенныхъ условіяхъ, могутъ раскалиться исключительно подъ вліяніемъ конденсирующаго дѣйствія.

Конечно, для достиженія этого результата необходимы громадная разность потенціаловъ и очень большое число перемѣнъ.

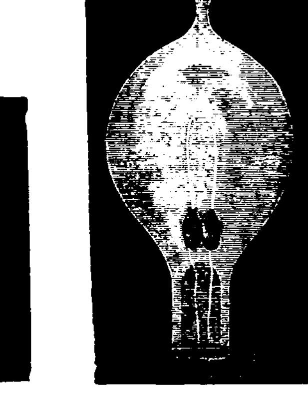
Но этого рода лампа имѣла бы большое преимущество передъ обыкновенно лампою накаливанія въ отношеніи про-

изводительности. Извѣстно, что производительность лампы является до извѣстной мѣры функцiей степени каленiя, и что, поэтому, можно сдѣлать производительность тѣмъ больше, чѣмъ сильнѣе каленiе. Въ обыкновенной лампѣ это имѣетъ предѣлъ по причинѣ разрушенiя волокна, почему и опредѣляютъ изъ опыта, до какой степени слѣдуетъ доводить каленiе. Нельзя сказать, до какихъ предѣловъ можно бы было довести производительность лампы, если бы волокно неопредѣленно долго сопротивлялось разрушенiю, но во всякомъ случаѣ можно утверждать, что она достигла бы гораздо большей величины.

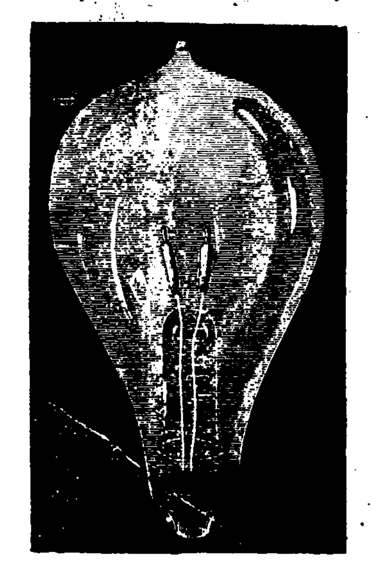
Можно было бы усовершенствовать обыкновенную лампу, взявъ короткiй и толстый уголь, но тогда соединительные проводники должны были бы стать тоже толстыми, и кромѣ того есть еще и другiя обстоятельства, способныя сдѣлать это измѣненiе неосуществимымъ. Но въ вышеписанной лампѣ



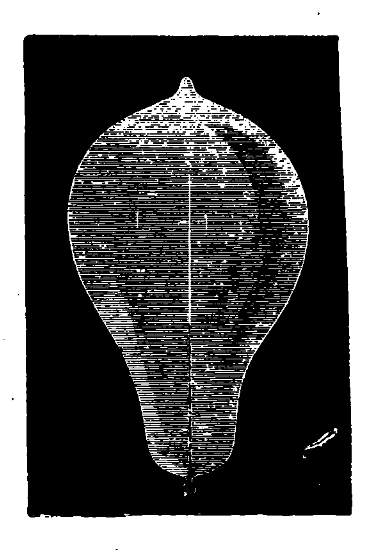
Фиг. 9.



Фиг. 10.



Фиг. 11.



Фиг. 12.

соединительные проводники могутъ быть весьма малы, а раскаляемое вещество можетъ быть взято въ виду кусочковъ съ весьма малой излучающей поверхностью; кромѣ того, огнеупорное вещество можетъ и не быть углемъ, но смѣсью, напр., окисловъ съ углемъ; это вещество можетъ быть выбрано изъ непроводящихъ тѣлъ, способныхъ выдержать очень высокую температуру.

Все это указываетъ на возможность получить въ такой лампѣ большую производительность, чѣмъ въ обыкновенной. Изъ моихъ опытовъ вытекаетъ, что такiе кусочки вещества приводятся до высокой степени каленiя гораздо меньшими потенцiалами, чѣмъ указываютъ вычисленiя, и что сами кусочки могутъ быть на большихъ разстоянiяхъ однинъ отъ другаго. Можно вывести заключенiе, что по всей вѣроятности молекулярная бомбардировка играетъ весьма существенную роль въ нагрѣванiи, даже если пустота произведена съ большою тщательностью, такъ какъ не смотря на незначительное число молекулъ, пространство свободно проходимое ими весьма велико; при этомъ число столкновенiй молекулъ между собою становится меньше и скорость молекулъ можетъ въ значительной мѣрѣ возрасти, такъ что происходящее отъ этого нагрѣванiе весьма значительно, какъ въ опытахъ Крукса надъ лучистою матерiею.

Но равнымъ образомъ возможно, что зарядъ легче разсѣевается въ очень совершенной пустотѣ, когда потенцiалъ быстро мѣняется. Въ такомъ случаѣ нагрѣванiе зависитъ главнымъ образомъ отъ перезаряжанiя теплыхъ тѣлъ. Съ другой стороны наблюденныя явленiя могутъ зависѣть въ высокой мѣрѣ отъ уже указанныхъ мною обстоятельствъ, отъ того, что кусочки или волокна, помѣщенные въ пустоту, эквиваленты конденсаторамъ гораздо большей поверхности, чѣмъ какая слѣдуетъ изъ вычисленiй основанныхъ на ихъ геометрической формѣ.

Ученые расходятся во мнѣнiяхъ относительно того, можетъ ли разрядъ разсѣеваться въ пустотѣ, или, иными словами, проводитъ ли пустота, или нѣтъ. Въ первомъ случаѣ тонкое волокно, заключенное въ разряженную трубку и соединенное съ постояннымъ источникомъ высокаго потенцiала должно придти въ состоянiе каленiя.

Я построилъ и подвергъ изслѣдованiю много видовъ лампъ, основанныхъ на этомъ принципѣ, съ огнеупорнымъ тѣломъ въ видѣ волокна (фиг. 10) или кусочка (фиг. 11) и теперь продолжаю мои изысканiя въ этомъ направленiи. Ничего нѣтъ труднаго достичь такой степени каленiя, когда обыкновенный уголь по всей видимости плавится и улетучивается.

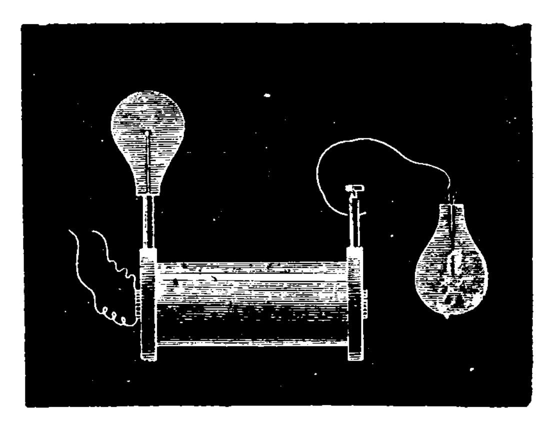
Если бы можно было добиться абсолютной пустоты, то такая лампа, приводимая въ дѣйствiе токомъ, особо къ тому приспособленнымъ, представляла бы неуничтожаемый освѣтительный аппаратъ, гораздо болѣе дѣйствительный, чѣмъ обыкновенная лампа накаливанiя; но такого совершенства нельзя будетъ никогда достичь и медленная порча будетъ существовать всегда на ряду съ постепеннымъ уменьшенiемъ свѣтящагося вещества, какъ и въ обыкновенныхъ лампахъ; но уже не будетъ внезапной и преждевременной порчи, какъ въ случаѣ излома волокна въ обыкновенныхъ лампахъ, въ особенности, если раскаляемое тѣло будетъ имѣть видъ кусочковъ.

При этихъ быстро мѣняющихся потенцiалахъ нѣтъ нужды заключать двухъ кусочковъ въ одну и ту же трубку, но можно ограничиться однимъ, какъ это показано на фиг. 9 или однимъ волокномъ, какъ на фиг. 12. Въ послѣднемъ случаѣ потенцiалъ долженъ быть болѣе высокъ, но его легко получить и онъ къ тому же можетъ и не быть опасенъ.

Легкость, съ какою волокно или шарикъ доводится до каленiя, при всѣхъ прочихъ равныхъ условiяхъ зависитъ отъ размѣровъ шара. Если бы можно было достичь совершенной пустоты, эти размѣры не имѣли бы значенiя, такъ какъ все нагрѣванiе проистекало бы отъ перезаряженiя молекулъ и вся энергiя была бы перенесена по сосѣдству черезъ излученiе; но этого никогда не бываетъ на практикѣ; всегда есть немного газа, остающагося въ расширенной части трубки, и когда разрѣженiе доведено до высшей степени, внутреннее пространство можно разсматривать какъ проводникъ, если потенцiалъ достаточно высокъ. Я думаю, что для оцѣнки энергiи, переданной по волокну, надо разсматривать внутреннюю поверхность вмѣстилища какъ обкладку конденсатора, при чемъ другую обкладку представляетъ воздухъ и окружающiе предметы. При медленныхъ перемѣнахъ нѣтъ сомнѣнiя, что значительная часть энергiи расходуется на электризацiю окружающаго воздуха.

Чтобы лучше изучить этотъ вопросъ, я дѣлалъ опыты съ весьма высокими потенціалами при медленныхъ перемѣнахъ; я замѣтилъ тогда, что при приближеніи руки къ трубкѣ въ то время, какъ волокно соединено съ полюсомъ катушки, ощущается сильная вибрація, происходящая отъ притяженія и отталкиванія воздушныхъ молекулъ, наэлектризованныхъ по индукціи черезъ стекло. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда притяженіе очень сильно, я могъ слышать звукъ, происходящій отъ той же причины.

Когда перемѣны медленны, можно получить отъ трубки очень сильный ударъ. Вообще, присоединяя къ полюсу катушки трубки или предметы нѣкоторой величины надо опасаться повышенія потенціала, такъ какъ можетъ случиться, что онъ поднимется на высоту въ нѣсколько разъ большую начальной.



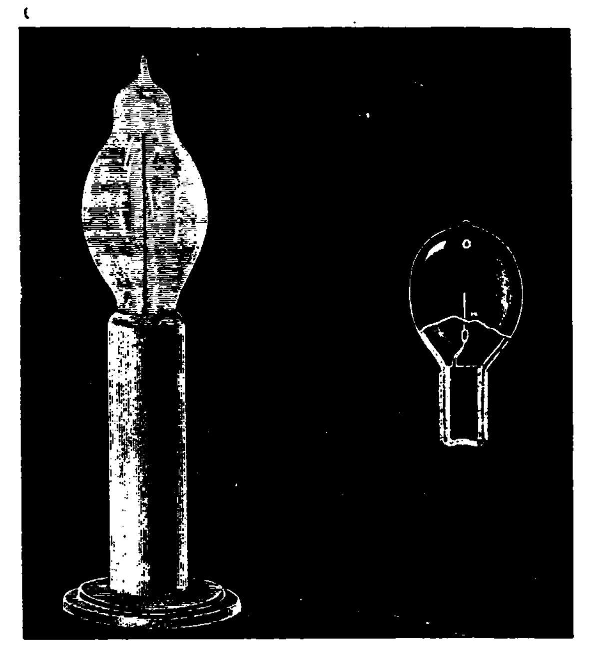
Фиг. 13.

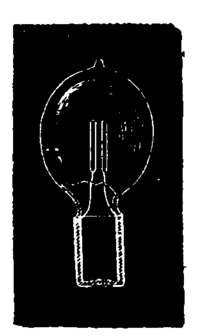
Когда лампы соединены съ полюсами, какъ это представлено на фиг. 13, емкость расширенной части трубки можетъ оказаться такой, что произойдетъ максимумъ повышенія потенціала при существующихъ условіяхъ; въ виду этого можно получить необходимый потенціалъ, ограничиваясь меньшимъ числомъ оборотовъ проволоки.

Долговѣчность описанныхъ лампъ зависитъ, конечно, во многомъ отъ величины разрѣженія, но до извѣстной степени и отъ вида кусочковъ огнеупорнаго вещества. Теоретически можно было бы думать, что маленькій угольный шарикъ, помѣщенный въ стеклянный шаръ не испытывалъ бы никакого ущерба отъ молекулярной бобмардировки, такъ какъ удары были бы направлены преимущественно по радіусамъ, а не вкось. Интересно отмѣтить соображеніе, касающееся этихъ лампъ, что внутри *электричество* и электрическая энергія должны повидимому двигаться по одному и тому же направленію.

Употребленіе перемѣнныхъ токовъ большой перемежаемости дѣлаетъ возможнымъ перенести черезъ стекло лампы при помощи электростатической или электромагнитной индукціи, энергію, достаточную для проведенія волокна въ состояніе каленія. Въ этомъ случаѣ можно обходиться безъ передаточнаго проводника. Такія лампы уже были предложены, но ими не могли воспользоваться съ выгодой за неимѣніемъ подходящихъ аппаратовъ; я построилъ на этомъ принципѣ и подвергъ испытанію много лампъ различнаго вида съ непрерывными и прерывными волокнами. При употребленіи вторичной цѣпи замкнутой при посредствѣ лампы выгоднѣе бываетъ присоединять конденсаторъ.

Когда переносъ происходитъ при помощи электростатической индукціи, то при той быстротѣ перемѣнъ, какую позволяютъ машины, потенціалы, конечно весьма высоки. Напримѣръ, при конденсирующей поверхности въ сорокъ квадратныхъ сантиметровъ (которая вовсе не неосуществима) при стеклѣ хорошаго качества въ миллиметръ толщины и при перемѣнномъ токѣ въ двадцать тысячъ періодовъ въ секунду, необходимый потенціалъ достигаетъ 9000 волтъ. Этотъ потенціалъ можетъ показаться высокимъ, но такъ какъ каждая лампа включена во вторичную цѣпь трансформатора очень малыхъ размѣровъ, то нѣтъ вовсе ни неудобства, ни тѣмъ болѣе опасности. Трансформаторы лучше соединять послѣдовательно; регулировка не представитъ затрудненій, такъ какъ легко бываетъ поддерживать постоянство токовъ такой степени перемежаемости.





Фиг. 14 и 15.

Приложенные рисунки представляютъ нѣсколько лампъ этого типа. Фиг. 14 показываетъ лампу съ разорваннымъ волокномъ, а фиг. 15 лампу съ соединеннымъ волокномъ и съ обкладками—внутренней и внѣшней. Я дѣлалъ также лампы съ двойными обкладками—внѣшними и внутренними, соединенными, непрерывной проволокой и питалъ ихъ токами чрезвычайно быстрой перемежаемости, происходящими отъ разрывнаго заряда конденсатора.

Разрывной разрядъ конденсатора совершенно годится для лампъ безъ внѣшнихъ электрическихъ сообщеній, питаемыхъ электромагнитной индукціей; такъ какъ эффекты электромагнитной индукціи очень сильны, то я могъ произвести накаливаніе уже при небольшомъ числѣ оборотовъ проволоки. Этимъ способомъ можно раскалить кольцеобразное волокно.

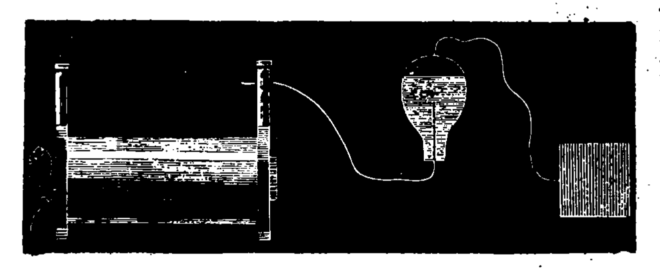
Оставляя въ сторонѣ практическую пригодность этихъ лампъ, я скажу только, что онѣ обладаютъ прекраснымъ и желательнымъ качествомъ свѣтиться по произволу болѣе или менѣе ярко въ зависимости отъ относительнаго положенія обкладокъ или токовъ наводящаго и наводимаго.

Когда лампа свѣтится будучи соединена съ однимъ полюсомъ источника, можно получить лучшій результатъ, придѣлавъ къ лампѣ конденсирующую обкладку, служащую вмѣстѣ и рефлекторомъ, и соединивъ ее съ тѣломъ извѣстной величины.

Лампы этого рода представлены на фиг. 14 и 15, а рисунокъ фиг. 16 указываетъ расположеніе соединительныхъ проводовъ. Яркость лампы въ этомъ случаѣ можетъ быть

регулируема въ широкихъ предѣлахъ однимъ измѣненіемъ величины металлической пластины, соединенной съ обкладкой.

Возможно также освѣщеніе при помощи лампъ съ внѣшнимъ соединеніемъ, представленныхъ на фиг. 10 и 11, соединяя ихъ съ однимъ только полюсомъ источника, въ то время, какъ другой полюсъ соединенъ съ тѣломъ опредѣленной величины. Во всѣхъ случаяхъ изолированное тѣло служитъ для разсѣянія энергіи въ окружающемъ пространствѣ и замѣняетъ возвратный проводъ. Конечно, въ обоихъ послѣднихъ указанныхъ случаяхъ можно соединять проволоки съ землею, а не съ изолированнымъ тѣломъ.



Фиг. 16.

Самымъ соблазнительнымъ и интереснымъ покажутся опыты, сдѣланные съ разрѣженными трубками. Какъ это можно видѣть, источникъ съ быстро мѣняющимся потенціаломъ способенъ питать трубки на значительномъ разстояніи и производимые свѣтовые эффекты замѣчательны. Въ теченіи моихъ изслѣдованій я пытался питать при помощи электромагнитной индукціи трубки безъ электродовъ, дѣлая изъ трубки вторичную цѣпь индукціоннаго аппарата и заставляя проходить по первичной проволокѣ разрядъ лейденской банки. Эти трубки дѣлались разной формы, и я могъ получить свѣтовыя явленія, приписанныя мною первоначально цѣликомъ электромагнитной индукціи. Но изучая глубже эти явленія, я нашелъ, что наблюдаемые здѣсь эффекты скорѣе электростатическаго происхожденія.

Это обстоятельство можетъ быть приписано тому, что подобный способъ возбужденія трубокъ весьма невыгоденъ, такъ какъ при замкнутой первичной цѣпи потенціалъ, а затѣмъ и эффектъ электростатической индукціи оказываются сильно ослабленными. Когда пользуются, какъ описано выше, индукціонной катушкой, то нѣтъ никакого сомнѣнія, что трубки питаются при посредствѣ электростатической индукціи и что электромагнитная индукція участвуетъ мало или вовсе отсутствуетъ въ этихъ явленіяхъ.

Это явствуетъ изъ многихъ опытовъ. Если, напр., держа въ рукахъ трубку находиться вблизи катушки, то трубка начинаетъ свѣтиться и остается въ этомъ состояніи при всякомъ положеніи наблюдателя. Если бы дѣйствіе было электромагнитное, то трубка не свѣтилась бы, когда наблюдатель заслоняетъ собой отъ нея катушку, или по крайней мѣрѣ свѣтилась бы значительно слабѣе. Когда держатъ трубку какъ разъ противъ центра катушки повернутой въ двѣ секціи симметрично расположенныя относительно первичнаго тока, она можетъ остаться совершенно темною; она сильно начинаетъ свѣтиться, если ее сдвигать вправо или влѣво отъ этого положенія. Трубка не свѣтится по срединѣ потому, что обѣ части катушки нейтрализуются, и потенціалъ по срединѣ равенъ нулю.

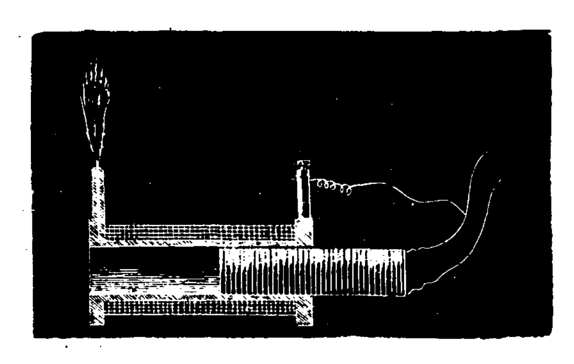
Еслибы дѣйствіе было электромагнитнымъ, трубка свѣтилась бы лучше всего въ плоскости, проходящей черезъ центръ катушки, такъ какъ при этомъ электромагнитное дѣйствіе было бы наибольшее. Когда образуютъ дугу между полюсами, трубки и лампы тухнутъ вблизи катушки, но тотчасъ начинаютъ свѣтиться, когда прекращается дуга и потенціалъ подымается; въ этихъ двухъ случаяхъ электромагнитное дѣйствіе было бы такое же.

Помѣстивъ трубку противъ полюса на нѣкоторомъ разстояніи отъ катушки, и лучше всего въ точки на оси, можно ее заставить свѣтиться, касаясь другаго полюса, или изолированнымъ тѣломъ опредѣленныхъ размѣровъ, или рукою, и повышая тѣмъ самымъ потенціалъ полюса ближайшаго къ трубкѣ.

Если приближать къ катушкѣ трубку, свѣтящуюся подъ вліяніемъ сосѣдняго полюса, ее можно потушить, помѣщая по сосѣдству на изолированной подставкѣ конецъ проволоки, соединенной съ другимъ полюсомъ, такъ какъ этимъ мы противодѣйствуемъ вліянію перваго полюса. Эти явленія принадлежатъ, очевидно, къ электростатическимъ. Точно также наблюдатель, помѣстившись на изолированной подставкѣ, можетъ заставить свѣтиться трубку, приближая къ ней руку или всего себя. Это было бы невозможно въ случаѣ электромагнитной индукціи, такъ какъ тѣло наблюдателя дѣйствовало бы, какъ экранъ.

Когда катушка приводится въ дѣйствіе весьма слабыми токами, наблюдатель можетъ, прикасаясь къ одному полюсу катушки, потушить трубку и зажечь ее опять, удаляясь или заставляя образоваться маленькую дугу. Это, очевидно, зависитъ отъ повышенія и пониженія потенціала на полюсѣ. Въ послѣднемъ случаѣ, когда трубка свѣтится въ присутствіи слабой дуги, она можетъ потухнуть при прекращеніи послѣдней, такъ какъ одно дѣйствіе электростатической индукціи слишкомъ слабо, хотя бы потенціалъ былъ гораздо выше; когда образуется дуга, электризація конца трубки становится гораздо сильнѣе и трубка зажигается.

Если заставить свѣтиться трубку, держа ее вблизи катушки въ рукѣ за противоположный конецъ, можно, коснувшись какой нибудь точки трубки, сдѣлать промежутокъ трубки между обѣими руками темнымъ.



Фиг. 17.

Если первичная обмотка помѣщена въ сторонѣ, какъ, напр., на фиг. 17, то вводя пустую трубку въ свободное пространство съ другой стороны, мы заставимъ ее сильно свѣтиться подъ вліяніемъ явленія конденсаціи, при этомъ стратификація выражается рѣзко. Во всѣхъ описанныхъ опытахъ явленія носятъ явственный электростатическій характеръ. Послѣднее обнаруживается и изъ дѣйствія экрановъ, выясняющаго на ряду съ этимъ и способъ электризаціи воздуха. Если, напр., трубка помѣщена на продолженіи оси катушки, то металлическая пластинка, помѣщенная между трубкой и катушкой, вообще увеличиваетъ блескъ трубки и можетъ вызвать свѣченіе трубки, находящейся черезъ-чуръ далеко, чтобы свѣтиться подъ непосредственнымъ вліяніемъ катушки.

Величина производимаго дѣйствія зависитъ до извѣстной степени отъ разрядовъ пластинки. Если же послѣднюю соединить съ землей, то она всегда тушитъ трубку, независимо отъ разстоянія трубки отъ катушки. Вообще промежуточное тѣло увеличиваетъ или уменьшаетъ блескъ трубки, смотря по тому, увеличиваетъ или уменьшаетъ оно ея электризацію. Если пластинка изолирована, то размѣры ея не могутъ быть слишкомъ велики, иначе блескъ трубки ослабѣетъ; это происходитъ оттого, что большая пластинка легче разсѣеваетъ энергію. Если пластинка сдѣлана изъ изолирующаго вещества, то она можетъ потушить трубку. Въ этомъ случаѣ діэлектрикъ только въ слабой степени увеличиваетъ дѣйствіе индуктора, но зато значительно уменьшаетъ электризацію воздуха.

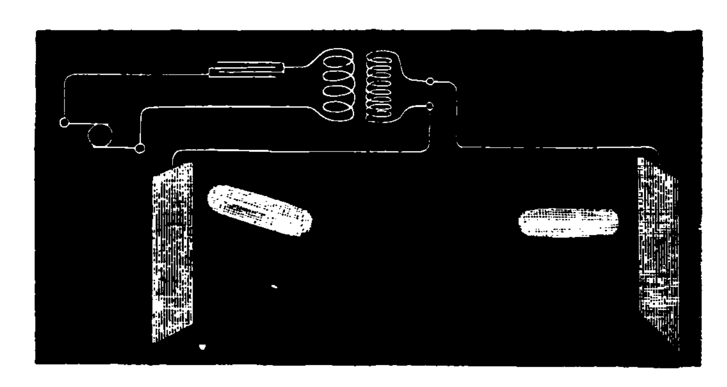
Итакъ, во всѣхъ случаяхъ, когда свѣтъ въ разрѣженныхъ трубкахъ производится при помощи катушки, явленіе обязано своимъ происхожденіемъ быстро мѣняющемуся электростатическому потенціалу. Кромѣ того его надо приписать гармоническому измѣненію, произведенному непосредственно

машиной, а не какому нибудь добавочному измѣненію, какое можно себѣ вообразить. Гармоническія колебанія невозможны при машинѣ съ перемѣннымъ токомъ.

Когда пружина натягивается и отпускается попеременно, она не можетъ совершать самостоятельныхъ колебаній, для которыхъ необходимъ внезапный толчекъ. Тоже касается и перемѣнныхъ токовъ динамомашины; среда сжимается и растягивается гармонически, и существуетъ только одинъ родъ волнъ; контактъ, внезапный разрывъ или быстрое прохожденіе черезъ діелектрикъ, какъ въ разрывномъ разрядѣ лейденской банки, существенно необходимы для образованія высшихъ гармоническихъ волнъ.

Во всѣхъ послѣднихъ опытахъ можно брать трубки безъ электродовъ, и не трудно получить достаточно свѣта для того, чтобы читать. Свѣтовой эффектъ увеличивается, если вводить въ трубки фосфоресцирующія вещества, какъ окись натрія, урановое стекло и т. д. При употребленіи такихъ веществъ встрѣчаются нѣкоторыя затрудненія, такъ какъ оно постепенно переносится подъ вліяніемъ сильныхъ дѣйствій. Поэтому лучше фосфоресцирующія вещества употреблять въ видѣ кусочковъ.

Вмѣсто того, чтобы прибѣгать къ индукціи на разстояніи для освѣщенія трубки, можно снабдить послѣднюю конденсирующею обкладкою извнѣ и подвѣсить на проводникѣ, соединенномъ съ полюсомъ катушки; можно такимъ образомъ осуществить въ нѣкоторомъ родѣ освѣщеніе.



Фиг. 18.

Идеальный способъ освѣщенія цѣлаго помѣщенія будетъ однако тотъ, когда окажется возможнымъ перемѣщать въ немъ, какъ угодно, съ мѣста на мѣсто источникъ свѣта и когда этотъ источникъ свѣта дѣйствовалъ бы вездѣ не имѣя никакихъ электрическихъ соединеній. Я могъ осуществить такой источникъ свѣта въ комнатѣ, устроивъ сильное и быстро перемѣнное электростатическое поле. Для этого я привѣшиваю металлическій листъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ потолка на изолирующихъ веревкахъ и соединяю его съ однимъ полюсомъ индукціонной катушки, отведя другой полюсъ ея въ землю. Или, иначе, я привѣшиваю, какъ это показано на фиг. 18, вертикально два листа, соединяя каждый съ однимъ изъ полюсовъ катушки; размѣры листовъ тщательно опредѣлены заранѣе. При этихъ условіяхъ можно переносить въ рукахъ разрѣженную трубку на какое угодно разстояніе отъ листовъ: она свѣтится вездѣ.

Въ такомъ электростатическомъ полѣ можно наблюдать интересныя явленія, въ особенности, когда перемѣны медленны, а потенціалы высоки. Кромѣ указанныхъ свѣтовыхъ явленій, можно наблюдать, что изолированныя тѣла при приближеніи къ нимъ руки испускаютъ иногда сильныя искры. Когда большой проводящій предметъ помѣщенъ на изолирующей подставкѣ, то поднося къ нему руку можно чувствовать дрожанія, происходящія отъ ритмическаго колебанія воздуха; приближая руку къ выдающейся части предмета, можно также замѣтить свѣтящіяся полосы. Когда коснуться однимъ изъ зажимовъ телефона къ изолированному тѣлу извѣстной величины, то онъ издаетъ низкій звукъ; телефонъ издаетъ звукъ и тогда, когда къ его зажиму прикрѣплена проволока извѣстной длины, а въ очень сильномъ полѣ можно слышать звукъ и безъ проволоки.

Будущее покажетъ, насколько этотъ принципъ приложимъ на практикѣ. Можно было бы думать, что электростатическія явленія не годятся для дѣйствій на подобныя разстоянія и что явленія электромагнитной индукціи были бы болѣе пригодны. Правда, электростатическія дѣйствія уменьшаются почти съ кубами разстояній, тогда какъ дѣйствія электромагнитной индукціи измѣняются просто съ разстояніемъ. Но если образовать электростатическое поле, то условія будутъ иныя, такъ какъ вмѣсто разностнаго дѣйствія полюсовъ, ихъ дѣйствія сложатся.

Я хотѣлъ бы обратить вниманіе на то обстоятельство, что въ перемѣнномъ электростатическомъ полѣ проводникъ, какъ, напр., разрѣженная трубка, стремится поглотить много энергіи, въ электромагнитномъ же полѣ онъ ея поглощаетъ весьма мало, такъ какъ волны отражаются почти безъ потери. Въ этомъ и заключается одно изъ затрудненій заставить свѣтиться трубку на разстояніи подъ вліяніемъ электромагнитной индукціи.

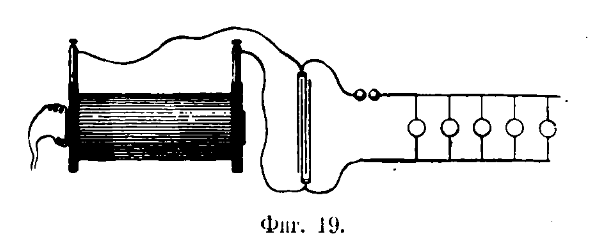
Я намоталъ катушку большаго діаметра и съ большимъ числомъ оборотовъ и соединилъ съ ея полюсами Гейслерову трубку съ намѣреніемъ заставить ее свѣтиться на разстояніи; но я могъ добиться результата только при очень малыхъ разстояніяхъ даже при самыхъ сильныхъ индуктирующихъ дѣйствіяхъ, производимыхъ разрядомъ лейденской банки, да и эти свѣтовыя явленія при ближайшемъ изслѣдованіи оказались электростатическаго происхожденія.

Какимъ же образомъ надѣяться послѣ этого произвести на разстояніи желаемое дѣйствіе помощью электромагнитной индукціи, когда и въ непосредственной близи источника, даже при самыхъ выгодныхъ условіяхъ, можно произвести только слабое свѣченіе? Конечно, при дѣйствіи на разстояніе можно пользоваться услугами резонанса. Можно соединить разрѣженную трубку или освѣтительный аппаратъ съ изолированнымъ тѣломъ извѣстной емкости и увеличить тѣмъ самымъ явленія только съ качественной стороны, но и только, такъ какъ этимъ мы не увеличимъ количества энергіи, доставляемой аппарату; этимъ путемъ, съ помощью резонанса возможно получить въ разрѣженной трубкѣ необходимую электродвижущую силу и произвести слабые свѣтовые эффекты, но нельзя будетъ получить достаточное количество энергіи для произведенія яркости пригодной къ практическимъ цѣлямъ. Простое вычисленіе показываетъ, что если бы и вся энергія, получаемая трубкой на разстояніи, была обращена въ свѣтъ, то яркость едва была бы достаточна для нуждъ практики. Изъ этого вытекаетъ необходимость направлять энергію при помощи проводниковъ до мѣста ея преобразованія. Но поступая такимъ образомъ, мы не можемъ отрѣшиться отъ современныхъ методовъ, и намъ остается только усовершенствовать аппараты.

Послѣ этихъ соображеній, кажется, что указанный способъ освѣщенія сдѣлается практичнымъ только при употребленіи электростатическихъ дѣйствій. Въ подобномъ случаѣ необходимы самые сильные электростатическіе эффекты; приборы, устроенные съ этой цѣлью должны будутъ производить высокіе электростатическіе потенціалы, мѣняющіеся въ величинѣ съ громадной скоростью. Въ особенности необ-

ходимы быстрыя перемѣны, такъ какъ практическія соображенія заставляютъ оставаться при низкихъ потенціалахъ.

Употребляя въ дѣло машины и вообще механическіе аппараты, можно достигнуть только медленныхъ перемѣнъ; надо поэтому прибѣгнуть къ другимъ способамъ. Разрядъ конденсатора даетъ средство получить гораздо большую быстроту перемѣнъ, чѣмъ механическія средства, почему я пользовался конденсаторами въ моихъ опытахъ.

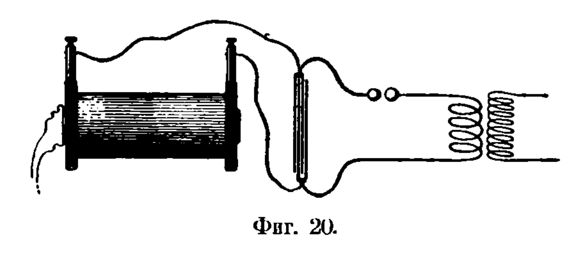


Фиг. 19.

Когда полюсы индукціонной катушки соединены съ конденсаторомъ (фиг. 19), разрывной разрядъ котораго проходитъ по цѣпи, можно разсматривать рязрядникъ, какъ источникъ перемѣнныхъ токовъ. Въ этомъ случаѣ конденсаторъ является настоящимъ трансформаторомъ, и такъ какъ быстрота перемѣнъ громадна, то можно получить почти всѣ возможныя отношенія силы тока въ обоихъ вѣтвяхъ. На самомъ дѣлѣ аналогія не полна, такъ какъ при разрывномъ разрядѣ обыкновенно имѣетъ мѣсто первое внезапное измѣненіе сравнительно медленнаго періода и высшее гармоническое колебаніе; законы, управляющіе прохожденіемъ тока не одинаковы для каждаго изъ этихъ колебаній.

При этомъ способѣ трансформаціи отношеніе превращенія не должно быть слишкомъ велико, такъ какъ потеря въ разрядникѣ растетъ съ квадратомъ силы тока; поэтому, когда лейденская банка рязряжается черезъ толстые и короткіе проводники съ цѣлью получить скорыя колебанія, теряется большая часть запасенной энергіи. Съ другой стороны непрактично и слишкомъ малое отношеніе преобразованія по многимъ очевиднымъ мотивамъ.

Когда токъ проходитъ по замкнутымъ проводникамъ, электростатическіе эффекты по необходимости малы; его поэтому преобразуютъ въ токъ желаемаго рода. Я производилъ эту трансформацію разными способами; лучшій изъ нихъ представленъ на діаграммѣ рис. 20. Этотъ способъ позволяетъ съ простымъ и дешевымъ приборомъ легко получить громадную разность потенціаловъ, какую получаютъ обыкновенно съ большими и дорогими катушками.

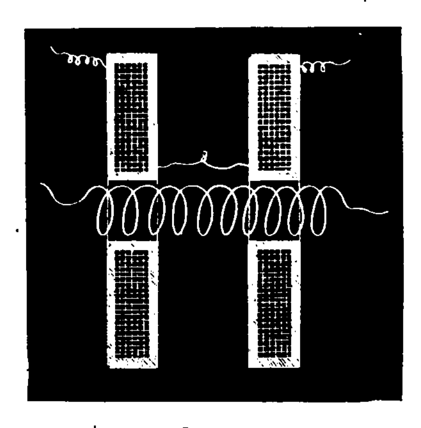


Фиг. 20.

Достаточно взять маленькую обыкновенную катушку, присоединить къ ней конденсаторъ и разрядную цѣпь, состоящую изъ первичной обмотки другой катушки, которая производитъ второе преобразованіе. Такъ какъ индуктивное дѣйствіе первичной цѣпи второй катушки очень велико, то вторичная обмотка ея можетъ обладать лишь незначительнымъ числомъ оборотовъ. Измѣняя соотвѣтственнымъ образомъ эти элементы, можно достичь замѣчательныхъ результатовъ.

Я думаю, что разрывной разрядъ конденсатора будетъ въ будущемъ играть важную роль, такъ какъ онъ не только представляетъ возможность получить свѣтъ болѣе существеннымъ способомъ въ томъ смыслѣ, какой указываетъ теорія, но оказывается удобнымъ во многихъ другихъ отношеніяхъ.

Много лѣтъ уже усилія изобрѣтателей направлены къ добыванію электрической энергіи изъ теплоты термо-элекрическаго столба. Можетъ показаться невѣжливымъ замѣтить, что немногіе знаютъ истинный недостатокъ термоэлектрической батареи, не состоящій ни въ ея худой производительности, ни въ ея слабости—это, конечно, два большіе недостатка—но заключающійся въ томъ, что она имѣетъ свою филоксеру: она портится отъ употребленія и потому



Фиг. 21.

не получила распространенія въ промышленности. Теперь когда современныя изслѣдованія по видимости съ увѣренностью указываютъ на употребленіе электричества высокаго напряженія, вопросъ клонится къ тому, нельзя ли извлечь непосредственно изъ тепла энергію въ формѣ электричества.

На индукціонную катушку привыкли смотрѣть, какъ на игрушку и къ этому присоединили мнѣніе, что она мало практична; мы можемъ теперь думать иначе, такъ какъ мы знаемъ, что повсюду мы имѣемъ дѣло съ одними и тѣми же силами и что весь вопросъ сводится къ нахожденію пріемовъ и приборовъ, годныхъ къ утилизаціи этихъ силъ.

Въ современныхъ системахъ распредѣленія электричества употребленіе желѣза съ его сильными магнитными свойствами позволяетъ значительно сократить размѣры апаратовъ; но все же эти размѣры очень стѣснительны. Чѣмъ болѣе углубляются въ изученіе электрическихъ и магнитныхъ явленій, тѣмъ болѣе убѣждаются въ недолговѣчности современныхъ методовъ. По крайней мѣрѣ, для произведенія свѣта подобные механизмы кажутся безполезными: необходимая энергія весьма мала, и если можно получить свѣтъ производительно, то теоретически возможна малая сила апаратовъ.

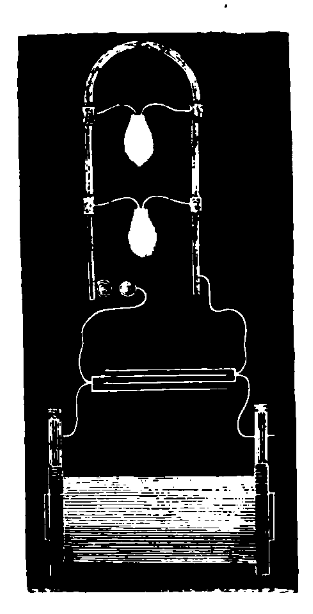
Существуетъ большая вѣроятность, что будущіе способы освѣщенія будутъ состоять въ примѣненіи очень высокихъ потенціаловъ и желательно было бы осуществить приборъ для превращенія тепла въ эту форму энергіи.

Ничего не сдѣлано въ этомъ направленіи, такъ какъ этому помѣшала мысль, напряженія въ 50000 или въ 100000 вольтъ было бы непримѣнимо, если бы и было получено.

Фиг. 21 даетъ планъ соединеній для преобразованія токовъ высокаго напряженія въ токи низкаго напряженія при помощи разрывнаго разряда конденсатора; я часто пользовался этимъ приспособленіемъ для питанія лампъ въ лабораторіи. Я испыталъ нѣкоторыя затрудненія съ разрядникомъ, но потомъ я обошелъ ихъ до извѣстной степени; въ остальномъ же нѣтъ никакой трудности для необходимой регулировки и лампы и моторы могутъ быть питаемы легко. Если линія соединена съ землею, то можно легко трогать всѣ проволоки, какъ бы ни былъ высокъ потенціалъ конденсатора.

Въ этихъ опытахъ я пользовался катушкой высокаго напряженія, приводимой въ дѣйствіе батареей или машиной съ перемѣннымъ токомъ; но катушка могла быть замѣнена другимъ приборомъ, способнымъ доставить электричество высокаго напряженія. Можно такимъ образомъ трансформировать постоянные и перемѣнные токи и въ обоихъ случаяхъ перемѣнные токи могутъ быть какого угодно періода. Когда токи, получаемые при разрядѣ конденсатора, имѣютъ постоянное направленіе и если хотятъ, чтобы этимъ же свойствомъ обладали и трансформированные токи, надо,

конечно, выбрать сопротивленіе разряжающей цѣпи такъ, чтобы избѣжать колебаній.



Фиг. 22.

Поступая по вышеописанному можно наблюдать интересныя дѣйствія самоиндукціи. Если, напримѣръ, изогнутый мѣдный стержень (фиг. 22) шунтованъ лампами накаливанія, то эти лампы могутъ раскалиться, не смотря на то, что онѣ находятся въ короткихъ соединеніяхъ. При сильной катушкѣ можно наблюдать по длинѣ стержня узлы, выступающіе благодаря разной яркости лампъ, какъ это грубо показано на рисункѣ. Узлы никогда не бываютъ ясно обозначены; наблюдаются только мѣста наибольшихъ и наименьшихъ яркостей по длинѣ стержня. Это вѣроятно происходитъ отъ неправильности разрядника.

Вообще, когда пользуются этимъ способомъ трансформаціи изъ высокаго въ низкое напряженіе, можно бываетъ прослѣдить ближе ходъ разрывнаго разряда, отыскивая прямо узлы помощью изолированнаго вольтметра Кэрдью. Трубки Гейслера тоже свѣтятся между извѣстными точками стержня; для этого лучше употреблять слабыя емкости.

Я могъ такимъ образомъ зажечь лампу (и даже Гейслерову трубку), шунтованную короткимъ кускомъ изъ металла, и этотъ результатъ кажется съ перваго взгляда очень занимательнымъ. Чѣмъ больше толщина стержня, тѣмъ лучше удается опытъ, и тѣмъ онъ поразительнѣе.

При употребленіи лампъ съ длиннымъ и узкимъ волокномъ, часто замѣчаютъ, что волокна сильно вибрируютъ, при чемъ вибрація меньше въ узлахъ, она зависитъ повидимому, отъ электростатическаго дѣйствія между волокномъ и стекломъ лампы.

Въ этихъ опытахъ лучше пользоваться лампочкой съ прямымъ волокномъ, какъ показано на фиг. 12; съ такой лампой можно наблюдать еще болѣе занимательныя явленія. Помѣстивъ ее между вѣтвями стержня и заставивъ ее свѣтиться, можно довести волокно до какой угодно степени каленія, если увеличивать емкость или, иначе, уменьшать періоды и самоиндукцію. Наоборотъ, увеличивая ее можно достигнуть момента, когда черезъ уголь будетъ проходить относительно мало тока, за то много черезъ разрѣженный газъ; быть можетъ, точнѣе было бы сказать, что токъ раздѣляется между обоими почти по ровну, не смотря на громадную разницу въ сопротивленіи.

Сперва замѣчаемъ, что лампа вся ярко свѣтится и что концы волокна раскалены и испускаютъ иногда искры подъ вліяніемъ сильной молекулярной бомбардировки, тогда какъ волокно остается темнымъ. Это и представлено на фиг. 22: Вмѣсто волокна можно употреблять простую проводящую проволоку, и тогда опытъ становится еще интереснѣе.

Изъ этихъ опытовъ вытекаетъ, что лампы, питаемыя трансформированными токами, надо выбирать среди тѣхъ, въ которыхъ платиновыя проволоки достаточно удалены другъ отъ друга и надо избѣгать малыхъ періодовъ, такъ какъ разрядъ происходилъ бы на концахъ волокна, у основанія лампы, и лампа тотчасъ бы испортилась.

Представляя вамъ на судъ результаты моихъ изысканій, я только упомянулъ факты, которымъ я занимаюсь давно, выбравъ изъ многихъ наблюденій тѣ, которыя, какъ мнѣ казалось, могутъ васъ наиболѣе заинтересовать. Поле обширно и совсѣмъ не изслѣдовано; на каждомъ шагу попадается новая истина, новый фактъ.

Будущее покажетъ въ какой мѣрѣ добытые результаты осуществимы на практикѣ. Что касается полученія свѣта, то нѣкоторые изъ данныхъ результатовъ меня обнадеживаютъ и заставляютъ меня утверждать, что практическое рѣшеніе вопроса находится въ направленіи, которое я старался указать. Поэтому, каковъ бы ни былъ непосредственный результатъ моихъ опытовъ, я надѣюсь, что они заставятъ сдѣлать шагъ впередъ къ идеальному и конечному совершенству. Возможность усовершенствованій, открытая современными изслѣдователями, такъ обширна, что даже самые сдержанные должны довѣрчиво глядѣть на будущее.

Нѣкоторые выдающіеся ученые считаютъ раціональной задачу объ утилизаціи одного опредѣленнаго вида лучеиспусканія. Въ приборѣ, предназначенномъ для полученія свѣта помощью преобразованія энергіи, подобный результатъ никогда не будетъ достигнутъ, ибо каковъ бы ни былъ способъ полученія необходимыхъ колебаній,— химическій, электрическій или другой,—будетъ невозможно получить самыя высокія колебанія, не переходя черезъ болѣе медленныя тепловыя. Задача эта сводится къ тому, чтобы сообщить тѣлу скорость, не переходя черезъ меньшія скорости. Но есть возможность получить количество энергіи изъ среды не только подъ видомъ свѣта, но и въ видѣ движущей силы и во всякомъ другомъ. Придетъ время, когда это совершится, и пришло уже время, когда уже можно сказать, передъ просвѣщенной аудиторіей безъ опасности прослыть за ясновидца. Мы проходимъ съ непостижимой скоростью черезъ безконечное пространство; все насъ окружающее находится въ движеніи, и энергія есть повсюду. Долженъ найтись болѣе прямой способъ утилизировать эту энергію. И когда свѣтъ получится изъ среды и когда такимъ же образомъ безъ усилія получатся всѣ формы энергіи изъ своего неисчерпаемаго источника, человѣчество пойдетъ гигантскими шагами.

Одно созерцаніе этой великолѣпной перспективы подымаетъ нашъ духъ, укрѣпляетъ нашу надежду и наполняетъ наши сердца величайшей радостью.

---

## Промышленный электролизъ соли.

*Ридель и Свинбэрнъ* *).

Усовершенствованія, сдѣланныя за послѣднія годы въ промышленномъ электролизѣ соли, позволили изобрѣтателямъ лучше узнать тѣ условія, которымъ электролитическіе процессы должны удовлетворять для того, чтобы они могли замѣнить обыкновенные способы приготовленія соды и бѣлильныхъ веществъ. Союзъ фабрикантовъ, работающихъ по способу Леблана, былъ причиной умноженія усилій электрохимиковъ для разработки этого важнаго вопроса и намъ въ высшей степени интересно прослѣдить усовершенствованія, сдѣланныя на этомъ пути и разсмотрѣть современное положеніе вопроса.

Недавно одинъ изъ авторовъ этой статьи показалъ, что однимъ изъ условій успѣха будетъ уничтоженіе разъѣданія анодовъ, которое происходитъ при работѣ мокрымъ способомъ. Но кромѣ этого нужно обращать вниманіе еще на множество деталей, если только хотятъ сдѣлать электролитическій способъ доступнымъ для промышленности.

Прежде всего надо замѣтить, что разложеніе при помощи электролиза какого-либо хлористаго металла на его двѣ составныя части можетъ быть совершенно, дѣйствующимъ

*) Industries.

токомъ или на расплавленную соль или на ея растворъ, въ соотвѣтствующей жидкости. Въ первомъ случаѣ, расходуемая энергія должна произвести два различныхъ дѣйствія: расплавить соль и произвести электролизъ. Часть, идущая для перваго дѣйствія, должна быть насколько возможно мала, слѣдовательно было бы полезно дѣлать смѣси изъ различныхъ солей, чтобы насколько возможно, понизить температуру плавленія. Подобнаго рода усовершенствованіе было бы очень важно. Другой вопросъ, на который до сихъ поръ обращалось мало вниманія, это то, что еслибы можно было дешево получать металлы подобные кальцію, одновременно съ полученіемъ хлора, то эти металлы имѣли бы большую промышленную цѣнность и тогда не было бы уже полезно стараться добывать электролитическимъ путемъ металлическій натрій. Положеніе занимаемое кальціемъ въ періодической системѣ элементовъ показываетъ, что этотъ металлъ имѣлъ бы въ промышленности громадное значеніе, какъ возстановитель. Это разсужденіе имѣетъ еще большее значеніе, если вспомнить, что теплота образованія хлористыхъ соединеній этого металла меньше, чѣмъ теплота образованія хлористаго натрія. Теплоты образованія хлористаго натрія, кальція и магнія, по Томсену равны:

для $NaCl$ . . . 195,380
» $CaCl$ . . . 169,820
» $MgCl$ . . . 151,010

Эти же числа даютъ отношенія количествъ энергіи, которыя нужно затратить, чтобы произвести разложеніе эквивалентныхъ вѣсовыхъ количествъ этихъ трехъ соединеній, при чемъ во всѣхъ трехъ случаяхъ выдѣлится одно и то же количество хлора.

Нужно одно помнить, что термохимическія данныя, подобныя содержащимся въ *Thermochemische Untersuchungen* Томсена, могутъ ввести въ заблужденіе. Электродвигательную силу, необходимую для разложенія расплавленнаго хлористаго соединенія, нельзя вычислить непосредственно на основаніи данныхъ о теплотахъ соединенія его составныхъ частей. Гельмгольцъ показалъ, что надо еще обращать вниманіе на температурный коеффиціентъ пары. Въ случаѣ расплавленнаго хлористаго соединенія, мы можемъ разсматривать вопросъ съ другой точки зрѣнія. Если бы соль была при температурѣ диссоціаціи, то для отдѣленія ея составныхъ частей мы бы не имѣли нужды въ электрической энергіи. Было бы достаточно только доставлять теплоту, а конечно нечего и говорить, что энергія, прилагаемая непосредственно въ видѣ теплоты, болѣе дешева, чѣмъ если мы предварительно заставили ее претерпѣвать рядъ превращеній, проходя черезъ котелъ, паровую и динамоэлектрическую машину.

Но, кромѣ механическихъ затрудненій, которыя представили бы выдѣленіе металловъ и хлора при высокой температурѣ, мы думаемъ, что электрохимики не предусмотрѣли еще затрудненій, которыя представитъ обращеніе съ хлоромъ при этой температурѣ. Если горячій газъ направить въ поглощающее вещество, какъ известь, то можно опасаться, что температура возвысится до опасныхъ предѣловъ. Слѣдовательно придется охлаждать хлоръ, а можно себѣ представить усложненія, которыя произведетъ эта операція.

Главное затрудненіе при электролизѣ расплавленной соли, находится въ разрушающихъ дѣйствіяхъ электролита. Расплавленная соль есть очень энергичный растворитель для очень многихъ веществъ. Сосуды могутъ быть изъ желѣза, но желѣзо не можетъ выдержать дѣйствія горячаго хлора. Съ другой стороны почти всѣ огнеупорныя глины поддаются дѣйствію расплавленной соли. Обыкновенно колпаки, въ которыхъ собирается хлоръ, дѣлаютъ изъ фарфора.

Другое затрудненіе состоитъ въ томъ, что точка кипѣнія соли лежитъ недалеко отъ ея точки плавленія, такъ что натрій и хлоръ увлекаютъ за собой извѣстное количество хлористаго натрія. Тогда уже становится трудно отдѣлить натрій. Было предложено понижать температуру плавленія прибавленіемъ нѣкотораго количества хлористаго калія. Надъ этимъ способомъ спеціально работалъ Грабо.

Замѣчено, что количество получаемаго натрія и хлора не соотвѣтствуютъ теоретически выведеннымъ величинамъ. Предположили, что получаются полухлористыя соединенія и слѣдовательно пришлось допустить, что натрій на самомъ дѣлѣ трехатоменъ. Мы не знаемъ, растворяется ли натрій въ расплавленной соли, не образуя опредѣленныхъ соединеній, но во всякомъ случаѣ искать, трехатоменъ ли натрій, это значитъ идти слишкомъ далеко.

Если возможно сдѣлать электролизъ расплавленной соли промышленнымъ, то этотъ способъ будетъ имѣть передъ остальными способами громадное преимущество. Онъ требуетъ небольшой установки и даетъ прямо хлоръ и натрій. Чтобы получить каустическую соду (ѣдкій натръ) достаточно прибавить къ натрію воды. Добываемый такимъ образомъ натрій могъ бы служить съ успѣхомъ для дешеваго полученія алюминія Въ настоящее время алюминій стоитъ вдвое дороже мѣди, а можетъ случиться, что скоро этотъ металлъ найдетъ большой сбытъ въ электрической промышленности.

До сихъ поръ мы занимались расплавленной солью, но на самомъ дѣлѣ болѣе изученіемъ электролиза мокрымъ путемъ. Когда подвергаютъ электролизу соляной растворъ, то водородъ выдѣляется на одномъ полюсѣ, а хлоръ на другомъ, конечно, если употребленъ анодъ, на который хлоръ не дѣйствуетъ. Тѣмъ не менѣе нельзя собрать всего выдѣленнаго хлора, такъ какъ часть его растворяется въ водѣ. Кромѣ того образуется хлористый натрій и вѣроятно нѣсколько свободной хлорной и хлористоводородной кислоты, особенно, если жидкость нагрѣлась. На катодѣ конечно получается ѣдкій натръ. Смѣшиваніе различныхъ жидкостей можетъ быть причиной значительной потери энергіи.

Окислы, достигающіе катодовъ снова превращаются въ соли, а если сода приближается къ аноду, то же превращается въ хлорноватистое соединеніе. Слѣдовательно важно помѣшать растворамъ смѣшиваться.

Соль не особенно растворима въ водѣ и только часть ея превращается въ соду, кромѣ того растворъ не особенно хорошій проводникъ, Слѣдовательно можно совѣтывать подвергнуть растворъ электролизу и нѣсколько разъ насыщать его солью, повторяя эту операцію до тѣхъ поръ, пока не получится крѣпкій содовый щелокъ, содержащій, напримѣръ, 30% каустической соды. Это обстоятельство покажется еще важнѣе, если припомнить, что соль приходится выдѣлять кристаллизаціей, а гораздо выгоднѣе выпаривать концентрированные растворы, чѣмъ слабые; слѣдовательно, кажется, что способъ не представляетъ непреодолимыхъ затрудненій, если только возможно найти подходящіе аноды. Почти всѣ экспериментаторы употребляютъ аноды угольные, но, какъ мы уже сказали, это вещество, кажется, невыдерживаетъ продолжительной работы. Платина же слишкомъ дорога, да и кромѣ того медленно разъѣдается.

Лишнее конечно и замѣчать, что всякое разъѣданіе очень вредно при фабрикатѣ столь дешевыхъ продуктовъ, какъ каустическая сода и хлорная известь, съ другой стороны извѣстно, что электролитическимъ путемъ приготовляютъ много хлористаго калія и что въ Грейссгеймѣ (Greissheim), электролизуя хлористый калій, съ выгодой получали самый калій. Но въ обѣихъ этихъ случаяхъ получаемые продукты, гораздо цѣннѣе, чѣмъ сода и поэтому тѣ же потери меньше вліяютъ на отдачу.

Хлористый калій въ Vallorbes приготовляется при очень выгодныхъ условіяхъ, благодаря употребленію гидравлической силы.

Недавно мы описали самые современные способы приготовленія хлора; интересно ознакомиться теперь съ наиболѣе существенными особенностями изобрѣтенія Греенвуда (Greenwood). Теперь еще невозможно составить себѣ представленіе о качествѣ этого способа и, хотя изобрѣтатель и говоритъ, что его аноды, до сихъ поръ не обнаружили никакихъ примѣровъ разъѣданія, тѣмъ не менѣе крайне необходимо еще продолжить опыты, для того, чтобы было возможно высказать что либо относительно этого способа.

Изобрѣтатель построилъ небольшую установку, которая работаетъ уже нѣсколько времени въ Battersea. Новыя детали этого способа — это расположеніе анодовъ и діафрагмъ.

Анодъ состоитъ изъ одной пластины особаго рода сплава (типографскаго, *type metal*), покрытаго пластинками кокса. Діафрагма состоитъ изъ аспидныхъ листовъ, расположенныхъ такъ, чтобы образовывался рядъ отдѣленій, черезъ которыя проходитъ жидкость, но не проходитъ хлоръ. Въ качествѣ катодовъ можно употреблять чугунныя пластины. Каждый

изъ пяти баковъ, находящихся въ установкѣ, содержитъ пять анодовъ и шесть катодовъ. Требуемая электровозбудительная сила около 4,4 вольта, плотность же тока 1,1 ампера на квадратный дециметръ. Такимъ образомъ употребляется очень большая поверхность анодовъ и нѣтъ ничего удивительнаго, что при этомъ режимѣ, уголь до сихъ поръ не поддавался разъѣданію.

Электролитомъ служитъ полунасыщенный растворъ соли, который циркулируетъ между верхними и нижними баками. Изъ нижняго бака двѣ помпы, изъ которыхъ одна для жидкости отъ анодовъ изъ вулканита, перекачиваютъ жидкость въ верхній бакъ и электролитъ циркулируетъ до наибольшаго содержанія соли, когда электролизъ происходитъ при сравнительно выгодныхъ условіяхъ.

Гринвудъ доставилъ намъ образецъ получаемаго щелока. Анализъ его показываетъ, что разложеніе происходило неполное, такъ какъ жидкость содержала только 2,21% каустической соды и не менѣе 10,76% неразложенной соли. Слѣдовательно количество получаемаго свободнаго хлора очень невелико, сравнительно съ количествомъ циркулирующаго солянаго раствора и съ продолжительностью операціи.

Хлоръ проходитъ по трубамъ изъ вулканита, которые будутъ скоро замѣнены стеклянными, въ известковое молоко. Всѣ мѣста соединенія трубъ должны быть сдѣланы особенно тщательно, ихъ дѣлаютъ изъ обыкновеннаго цемента, покрытаго парафиномъ.

Присъ, который одинъ изъ экспертовъ далъ нѣсколько цифръ, касающихся цѣнъ способа, считаетъ киловатъ-часъ электрической энергіи, получаемой вблизи мѣсторожденія угля, съ паровыми машинами тройнаго расширенія и динамомашинами, работающими постоянно при полной нагрузкѣ въ три сантима. На основаніи этой цѣны онъ находитъ, что стоимость обработки одной тонны соли около 83 франковъ. Эти данныя основаны на слѣдующемъ опытномъ результатѣ. Потребовался токъ въ 240,26 амперовъ, при 4,368 вольтахъ въ продолженіи шести часовъ, т. е. 6301 ваттъ-часъ, чтобы обработать 145 литровъ жидкости, содержащей 16% хлористаго натрія. Въ продолженіи этого времени 2,35 килогр. соли были разложены, слѣдовательно на разъединеніе элементовъ, составляющихъ хлористый натрій, было затрачено 2680 ваттъ-часовъ. Теоретическое количество энергіи, нужное для этой же цѣли равняется 2000 ваттъ-часовъ. Слѣдовательно отдача способа около 75% и кромѣ того очень возможно, что въ будущемъ удастся достичь лучшихъ результатовъ.

Гемпель (Hempel) нашелъ при помощи лабораторныхъ изслѣдованій, что 680 ваттовъ могутъ въ часъ дать 64,5 грамма хлора и 259,8 граммовъ углекислой кристаллизованной соды. Эти цифры показываютъ, что паровая лошадь должна дать 1,67 килограмма хлора въ сутки, слѣдовательно энергія, необходимая для полученія тонны хлора въ сутки равняется 540 лошадинымъ силамъ.

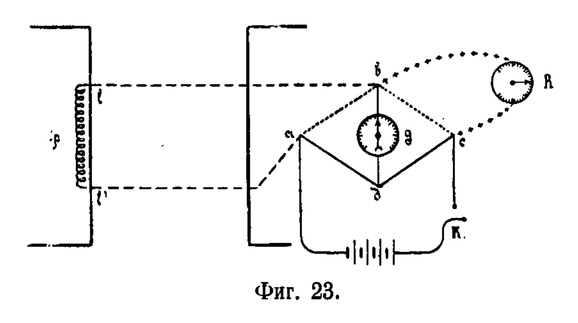
*М. Ш.*

---

# Телетермометръ Гартмана и Брауна, усовершенствованный В. Н. Чиколевымъ.

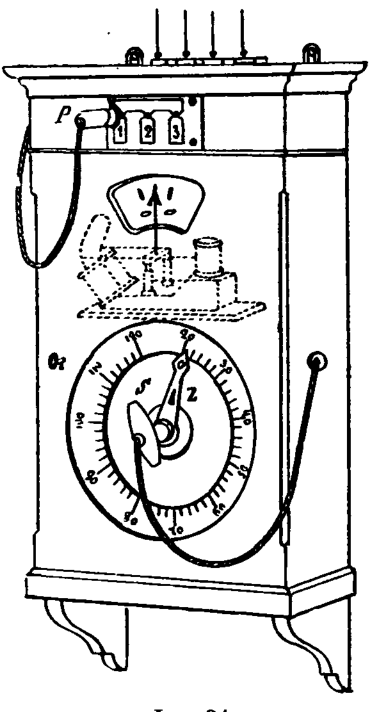
Приборъ Гартмана и Брауна для измѣренія температуры издали, или такъ называемый телетермометръ, основанъ на измѣненіи электрическаго сопротивленія металлической проволоки отъ перемѣнъ температуры; для этого употребляется платиновая проволока, такъ какъ, во первыхъ, у платины температурный коеффиціентъ измѣненія сопротивленія сравнительно большой, также какъ и ея удѣльное сопротивленіе (что очевидно выгодно для увеличенія чувствительности прибора) и, во-вторыхъ, платина не подвергается окисленію, а слѣдовательно обладаетъ большимъ постоянствомъ. Эту платиновую проволоку вводятъ въ одно изъ плечъ мостика Витстона на проводахъ, идущихъ изъ наблюдательнаго пункта въ то помѣщеніе, за температурой котораго требуется наблюдать, напр. за какой-нибудь сушильней.

Весь приборъ схематически представленъ на фиг. 23. Въ сушильнѣ помѣщаютъ платиновую проволоку *tp* съ возможно большимъ электрическимъ сопротивленіемъ, введенную при помощи проволокъ *l* и *l*[1] въ плечо мостика Витстона *abcd*, (вмѣсто пунктира *ab*), находящагося вмѣстѣ со своей батареей въ наблюдательномъ пунктѣ. Между вершинами *b* и *d* этого мостика введенъ гальваноскопъ I, а около него установленъ круглый реостатъ R съ дѣленіями, введенный




Фиг. 23.

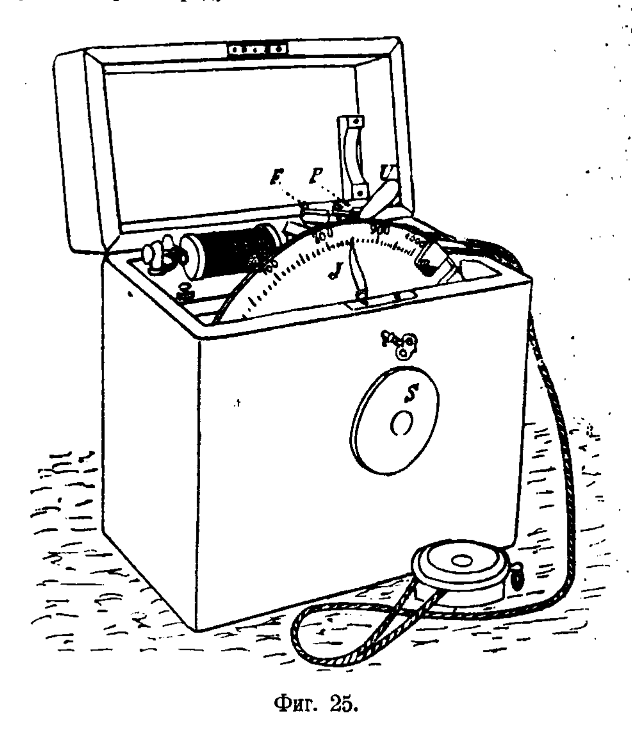
въ плечо *bc* мостика (вмѣсто пунктира) и предназначенный для уравновѣшенія измѣненія сопротивленія температурной платиновой проволоки *tp*. Эти два прибора (гальваноскопъ и реостатъ) помѣщаются въ одномъ шкапикѣ, какъ показано на фиг. 24. Изображенный аппаратъ предназначенъ для трехъ термометровъ, находящихся въ трехъ различныхъ помѣщеніяхъ; вставляя штепсель P въ одно изъ гнѣздъ въ верхней части шкапчика, съ нумерами 1, 2, 3, вводятъ въ цѣпь тотъ или другой термометръ; затѣмъ, замыкаютъ цѣпь батареи прерывателемъ K, (фиг. 23) и стрѣлку гальваноскопа I, которая тогда конечно отклоняется, возвращаютъ къ нулю, поворачивая ручку S (фиг. 24) реостата. Послѣдній градуированъ такимъ образомъ, что по приведеніи стрѣлки гальваноскопа къ нулю, стрѣлка Z реостата покажетъ прямо температуру въ сушильнѣ въ градусахъ Цельзія.




Фиг. 24.

Конечно вмѣсто гальваноскопа у мостика Витстона можно примѣнить телефонъ. Такъ и дѣлаетъ фирма Гартмана и Брауна въ другомъ образцѣ приборовъ этого рода, — въ переносномъ пирометрѣ, представленномъ на фиг. 25. При телефонѣ очевидно необходимо имѣть индуктивную катушку Румкорфа. Все это, т. е. батарея изъ нѣсколькихъ сухихъ элементовъ, катушка Румкорфа, реостатъ и телефонъ помѣщаютея въ удобопереносномъ дубовомъ ящикѣ (фиг. 25). Къ

двумъ борнамъ въ ящикѣ налѣво прикрѣпляютъ проводы отъ термометрической платиновой проволоки, а токъ замыкаютъ кнопкой, расположенной направо. Телефонъ успокоиваютъ, поварачивая кружокъ S реостата и тогда его стрѣлка $f$ укажетъ прямо градусы.




Фиг. 25.

Описанный выше телетермометръ Гартмана и Брауна заключаетъ въ себѣ нѣсколько очевидныхъ недостатковъ, а именно:—

1) Проводы между сушильней и центральнымъ наблюдательнымъ пунктомъ входятъ въ плечо мостика Витстона, между тѣмъ ихъ сопротивленіе измѣняется въ зависимости отъ наружной температуры; эти перемѣны, увеличиваясь съ длиной проводовъ, могутъ ввести большую погрѣшность въ показанія прибора или потребовать особую таблицу поправокъ, послѣ чего уже нельзя сказать, что приборъ даетъ непосредственныя показанія. Чтобы по возможности устранить вліяніе этихъ проводовъ, приходится дѣлать ихъ возможно толстыми и брать термометрическую платиновую проволоку очень большаго сопротивленія; гальваноскопъ при этомъ также надо брать очень большаго сопротивленія,

2) Измѣненія температуры въ сушильнѣ вліяютъ только на одно плечо мостика, между тѣмъ какъ телетермометръ былъ бы чувствительнѣе, если бы термометрическую платиновую проволоку ввели въ два плеча (напримѣръ, въ $ab$ и $cd$, фиг. 23), помѣстивъ конечно обѣ проволоки въ сушильнѣ, но для этого требовалось бы соединить термометръ съ наблюдательнымъ пунктомъ вмѣсто двухъ проводовъ — четырьмя или по крайней мѣрѣ тремя, если перенести весь мостикъ съ батареей въ сушильню; тогда батарея конечно должна работать все время, если желаютъ имѣть возможность повѣрять температуры во всякій данный моментъ.

3) Какъ извѣстно, при мостикѣ наибольшая чувствительность достигается, когда суммы сопротивленій верхней и нижней пары плечъ равны, т. е. когда

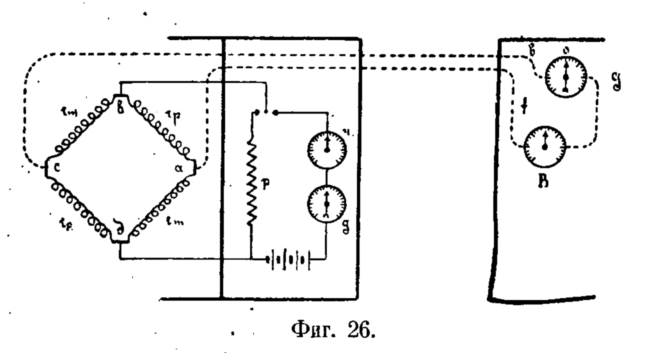
$$ab + bc = ad + cd.$$

Плечи $ad$ и $cd$ приходится дѣлать большаго сопротивленія, чтобы приблизить ихъ по возмозможности къ $ab$ съ $tp$ и къ $bc$ съ реостатомъ, а такъ какъ только одно плечо мостика играетъ роль термометра, то три его плеча представляютъ безполезныя и большія сопротивленія.

Эти недостатки частью устранены, частью уменьшены въ томъ видоизмѣненіи прибора, которое выработано В. Н. Чиколевымъ; оно спеціально предположено для такихъ помѣщеній гдѣ важно наблюдать *сравнительно небольшія отклоненія отъ нормальной температуры*, установленной для этихъ помѣщеній.

Собственно говоря, телетермометръ г. Чиколева нѣсколько отличается отъ своего прототипа и по принципу: онъ основанъ отчасти на постоянствѣ дѣйствія батареи; вмѣсто гальваноскопа употребляется здѣсь гальванометръ, который прямо показываетъ отклоненія отъ нормальной температуры въ градусахъ,—нуль его соотвѣтствуетъ нормальной температурѣ. Приборъ даетъ свои показанія прямо и непрерывно безъ всякихъ манипуляцій; работы съ реостатомъ какъ у прибора Гартмана и Брауна не требуется.

Схема этого прибора представлена на фиг. 26. Весь мостикъ съ батареей находится напр. въ сушильнѣ. Такъ какъ батарея бываетъ замкнута все время, то здѣсь требуются возможно постоянные элементы, какъ напримѣръ мейдингеровскіе, которые отличаются большимъ постоянствомъ, пока въ нихъ есть запасъ мѣднаго купороса. На основаніи изслѣдованій г. Чиколева надъ этими элементами, можно считать, что при дѣйствіи въ телетермометрѣ, гдѣ сопротивленіе цѣпи очень велико, ихъ электровозбудительная сила будетъ практически постоянна въ теченіи цѣлаго мѣсяца, а внутреннее сопротивленіе практически постоянно въ теченіи нѣсколькихъ сутокъ или даже недѣль. Во всѣ четыре плеча мостика Витстона вводятся термометрическія сопротивленія, которыя состоятъ изъ платиновыхъ проволокъ $tp$ въ плечахъ $ab$ и $cd$ и изъ манганиновыхъ $tm$ *) въ плечахъ $bc$ и $ad$. Конечно эти сопротивленія надо брать возможно большими, что выгодно какъ для увеличеніи чувствительности прибора, такъ и для экономичности и постоянства дѣйствія непрерывно работающей батареи. Такимъ образомъ измѣненія температуры въ сушильнѣ будутъ дѣйствовать на четыре сопротивленія, а не на одно, какъ въ приборѣ Гартмана и Брауна, а потому при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ приборъ г. Чиколева долженъ быть чувствительнѣе послѣдняго приблизительно въ четыре раза или даже больше.




Фиг. 26.

Легко видѣть, что здѣсь можно безъ труда получить упомянутое выше условіе наибольшей чувствительности мостика, — стоитъ только взять каждую пару термометрическихъ проволокъ (платиновыя и манганиновыя) одинаковыхъ сопротивленій. При этомъ возрастаніе сопротивленія всѣхъ вѣтвей мостика даетъ полезный результатъ, такъ какъ всѣ вѣтви входятъ въ составъ термометра.

Отъ вершинъ мостика $b$ и $d$ идутъ проводы къ гальванометру G въ пунктѣ наблюденія. Какъ уже было сказано выше, его нуль соотвѣтствуетъ нормальной температурѣ въ сушильнѣ, а такъ какъ точка равновѣсія мостика Витстона не зависитъ отъ силы тока то *какъ бы не мѣнялась батарея или сопротивленіе внѣшнихъ проводовъ приборъ всегда будетъ показывать вѣрно самый фактъ отсутствія или присутствія уклоненія отъ нормальной температуры въ сушильнѣ, а также въ какую сторону направлено это уклоненіе*,—перемѣны въ силѣ тока могли бы вводить погрѣшность только въ опредѣленіе величины этихъ уклоненій.

*) *Манганинъ* — особый сплавъ мѣди съ никкелемъ и марганцемъ, обладающей отрицательнымъ температурнымъ коефиціентомъ и изготовляемый берлинскимъ заводомъ Abler Haas und Angerstein; его удѣльное сопротивленіе очень большое—42 микрома.

Чтобы устранить возможность такой погрѣшности, у батареи можно устроить простое приспособленіе для періодическаго выравниванія силы тока. Какъ видимъ на схемѣ, фиг. 26, въ цѣпь батареи введенъ гальваноскопъ $g$, реостатъ $r$ и коммутаторъ $k$, а кромѣ того у батареи имѣется вѣтвь съ сопротивленіемъ $p$.

Выравниваютъ токъ, замыкая батарею чрезъ сопротивленіе $p$ и приводя силу тока реостатомъ $r$ къ одному разъ навсегда назначенному отклоненію гальваноскопа $g$, соотвѣтственно градуированію гальванометра G. Такое выравниваніе достаточно производить не чаще какъ разъ въ сутки въ виду того, что въ теченіи этого времени мейдингеровская батарея несомнѣнно можетъ давать практически постоянный токъ. По всей вѣроятности, по прошествіи первой недѣли послѣ заряжанія батареи, это уравниваніе придется производить не чаще, какъ разъ въ недѣлю.

Здѣсь опять могутъ ввести погрѣшности въ показанія прибора измѣненія сопротивленія проводовъ $be$ и $df$ изъ сушильни въ наблюдательный пунктъ, въ зависимости отъ наружной температуры. Но этой погрѣшностью можно пренебрегать въ приборѣ г. Чиколева въ виду слѣдующихъ обстоятельствъ:

1) Она не вліяетъ на нулевое показаніе гальванометра G и слѣдовательно можетъ быть ошибка только въ опредѣленіи величины уклоненія отъ нормальной температуры.

2) Эти уклоненія бываютъ обыкновенно небольшія, какъ сказано выше, а погрѣшность, о которой идетъ рѣчь, можетъ имѣть мало значенія; напр. если она заключается въ доляхъ одного градуса.

3) Сопротивленіе проводовъ $be$ и $df$ можно сдѣлать незначительнымъ (или даже практически равнымъ *нулю* если разстояніе не велико) въ сравненіи съ сопротивленіемъ $tp + tm$ и гальванометра G. Выше уже были указаны два основанія, почему выгодно брать $tp$ и $tm$ возможно большаго сопротивленія, а теперь находимъ еще третье основаніе для этого.

Такимъ образомъ можно сказать, что погрѣшность отъ наружныхъ проводовъ будетъ настолько мала, что окажется внѣ предѣловъ точности наблюденія. Однако, въ случаѣ надобности, ее можно исключить вполнѣ при помощи одного изъ двухъ слѣдующихъ средствъ.

1) На нѣкоторой части длины проводовъ $be$ и $df$ мѣдь можно замѣнить манганиномъ, у котораго температурный коефиціентъ отрицательный; конечно длину манганиновыхъ проводовъ не трудно подобрать такъ, чтобы сопротивленіе всей длины проводовъ $be$ и $df$ не мѣнялось отъ измѣненій температуры въ предѣлахъ точности наблюденій.

2) Оставивъ обыкновенные наружные проводы $be$ и $df$, около гальванометра G можно ввести въ цѣпь реостатъ R, на циферблатѣ котораго нанесены градусы наружной температуры. Этотъ реостатъ можно брать такимъ образомъ, что для уравновѣшенія перемѣнъ сопротивленія, производимыхъ наружной температурой, достаточно поставить ручку реостата на такое дѣленіе, гдѣ на циферблатѣ стоитъ то число градусовъ, какое показываетъ въ данное время наружной термометръ.

Можно замѣтить, что приборъ г. Чиколева нѣсколько сложнѣе и долженъ стоить дороже чѣмъ Гартмана и Брауна,—но послѣдній также стоитъ свыше 200 рублей. Приборъ г. Чиколева предназначается для такихъ учрежденій и лицъ, которыя не стѣсняются израсходовать лишніе 100 рублей, чтобы имѣть возможность наблюдать за температурой съ большей увѣренностью въ дѣйствительности и точности показаній.

*Д. Головъ.*

---

# ОБЗОРЪ НОВОСТЕЙ.

**Измѣреніе разности фазъ между двумя перемѣнными токами.** — При увеличивающемся примѣненіи перемѣнныхъ токовъ для передачи энергіи очень важно знать точный уголъ разности фазъ между различными цѣпями, какъ въ многофазномъ двигателѣ, или удостовѣриться въ его отсутствіи, какъ въ двигателѣ Стэнли. Непосредственное измѣреніе дѣйствительной разности фазъ безъ сомнѣнія лучше ея вычисленія. Блэксли показалъ, что разность фазъ двухъ токовъ, измѣренныхъ при помощи трехъ динамометровъ, можно найти по формулѣ

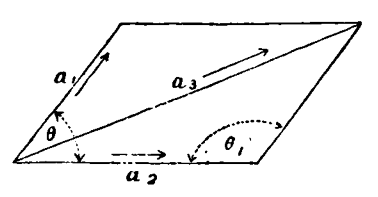
$$Cos\theta = \frac{a_3}{\sqrt{a_1 a_2}},$$

гдѣ $a_1$ — отсчетъ, когда чрезъ приборъ проходитъ только одинъ токъ, $a_2$, если проходитъ только второй токъ, и $a_3$— отсчетъ, когда одинъ токъ идетъ чрезъ неподвижную катушку, а другой чрезъ подвижную.

Этотъ способъ, говоритъ Отто Гольцъ въ *Electrical World*, представляетъ то неудобство, что требуетъ три динамометра, такъ какъ приборы должны оставаться въ цѣпи во время испытанія въ виду ихъ само-индукціи.

Проф. Айртонъ и Семпнеръ измѣряли разность фазъ между токомъ и разностью потенціаловъ одной цѣпи, примѣняя только одинъ вольтметръ и дѣлая три отсчета.

Если $a_1$ разность потенціаловъ у индуктивной, а $a_2$ у неиндуктивной цѣпи, то ихъ можно складывать по хорошо извѣстному параллелограмму силъ. (фиг. 27).




Фиг. 27.

Если обѣ разности потенціаловъ взяты послѣдовательно, то ихъ сумма представится по величинѣ и направленію діагональю $a_3$. Изъ тригонометріи извѣстно, что

$$Cos\theta_1 = \frac{a_1^2 + a_2^2 - a_3^2}{2a_1 a_2}.$$

Но такъ какъ $\theta$ составляетъ дополненіе къ $\theta_1$, то его косинусъ равенъ по величинѣ $Cos\theta_1$, но противуположенъ по знаку: —

$$Cos\theta = \frac{a_3^2 - a_1^2 - a_2^2}{2a_1 a_2}.$$

Этотъ способъ можно слѣдующимъ образомъ распространить на измѣреніе разности фазъ двухъ или болѣе токовъ, независимыхъ одинъ отъ другаго и имѣющихъ каждый свою собственную цѣпь, какъ бываетъ въ случаѣ съ двигателями.

Два неиндуктивныя сопротивленія соединяются послѣдовательно съ намагничивающими цѣпями, какъ показано на фиг. 28. Ихъ разности потенціаловъ измѣряются сначала отдѣльно, а потомъ, соединивъ два конца проволокой $l$, а два другихъ чрезъ вольтметръ, берутъ третій отсчетъ, который показываетъ разности потенціаловъ обѣихъ индуктивныхъ цѣпей послѣдовательно соединенныхъ. Такимъ образомъ будетъ прилагаться таже самая формула

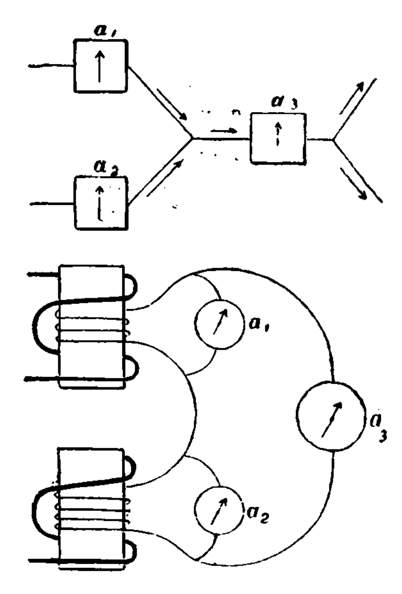
$$Cos\theta = \frac{a_3^2 - a_1^2 - a_2^2}{2a_1 a_2},$$

гдѣ $a_1$ — отсчетъ одной цѣпи, $a_2$ — отсчетъ другой и $a_3$ — отсчетъ обѣихъ послѣдовательно. Изъ фиг. 27 ясно, что разницы фазъ нѣтъ, когда сумма $a_1$ и $a_2$ равна алгебрически $a_3$.

Аналогичное примѣненіе отсчетовъ трехъ амперметровъ (фиг. 28) требуетъ три этихъ прибора вслѣдствіе ихъ самоиндукціи, но для этого не надо увеличивать электровозбудительной силы генератора, чтобы не уменьшился токъ отъ прибавочнаго неиндуктивнаго сопротивленія.

Намъ надо еще принять въ разсчетъ, что существуетъ разница фазъ намагничиванія и магнитовозбудительной силы (фиг. 29) и, если различаются магнитныя цѣпи, около которыхъ циркулируютъ токи, то разница фазъ между намагниваніями на равна разности фазъ между токами. Поэтому лучше помѣщать катушку изъ тонкой проволоки въ индуктивномъ

соотношеніи къ магнитнымъ цѣпямъ, потому что фаза разности потенціаловъ каждой катушки изъ тонкой проволоки отстаетъ почти на 90° отъ намагничиванія, такъ что уголъ разности фазъ не измѣняется и представляетъ разность фазъ между дѣйствительными намагничиваніями.




Фиг. 28 и 29.

Катушка изъ тонкой проволоки замыкается только чрезъ большое сопротивленіе вольтметра и не позволяетъ проходить слишкомъ сильному току, чтобы не вкралась погрѣшность отъ уменьшенія обратной электровозбудительной силы само-индукціи магнитной цѣпи. Въ этомъ случаѣ не надо повышать электровозбудительную силу генератора.

(The Electrical Review).

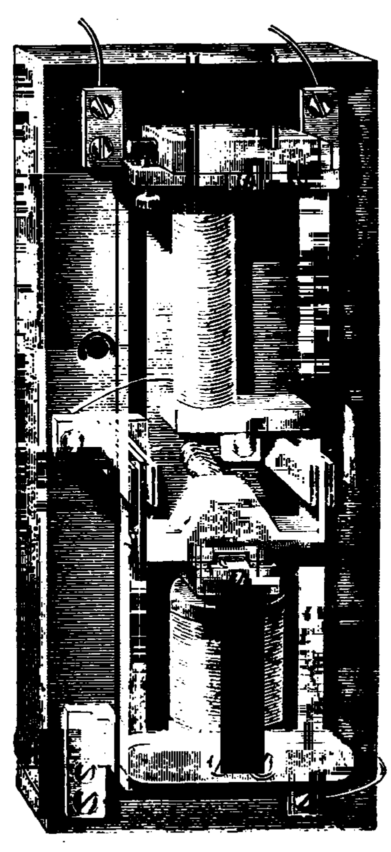
**Новый прерыватель.** — Американская фирма The Interior Conduit Cy. предложила прерыватель, который располагается въ цѣпи такимъ же способомъ, какъ теперь соединяется плавкій свинцовый предохранитель. Онъ во всѣхъ отношеніяхъ замѣняетъ собой обыкновенный плавкій предохранитель, но дѣйствуетъ гораздо точнѣе.

Приборъ состоитъ изъ двойнаго коммутатора (фиг. 30) на подобіе складнаго ножа, регулируемаго релэ для устанавливанія прерывателя на какую угодно нагрузку, и изъ магнита, освобождающаго лезвіе ножа для размыканія коммутатора. Весь приборъ расположенъ на графитовой подставкѣ съ крышкой изъ краснаго дерева со стекляннымъ верхомъ, благодаря чему онъ обладаетъ весьма изящной внѣшней формой и кромѣ того малой величиной ($18 \times 7^1/_2$ см.).

У двойнаго коммутатора имѣется сильная пружина, стремящаяся поддерживать его разомкнутымъ. Коммутаторъ поддерживается замкнутымъ при помощи стопора, прикрѣпленнаго къ якорю освобождающаго магнита. Надъ коммутаторомъ расположено релэ, обмотанное толстой проволокой; оно дѣйствуетъ, какъ амперметръ; его якорь будетъ замыкать при прохожденіи достаточно сильнаго тока; оно даетъ контактъ, который замыкаетъ цѣпь чрезъ освобождающій магнитъ. Когда якорь послѣдняго притягивается, стопоръ отходитъ и коммутаторъ размыкается отъ дѣйствія сильной пружины.

Предположимъ, напримѣръ, что якорь релэ урегулированъ такимъ образомъ, что онъ только бы не замыкался, когда въ цѣпи находятся 10 лампъ или какое-либо другое назначенное число. Какъ скоро прибавится еще лампа, увеличившійся токъ мгновенно заставитъ якорь притянуться; при этомъ отвобождающій магнитъ намагничивается, коммутаторъ размыкаетъ цѣпь и оба провода послѣдней прерываются. Если бы попытались замкнуть коммутаторъ, пока существуетъ еще перегрузка, якорь освобождающаго магнита мгновенно притянулся бы и отказался бы удерживать коммутаторъ.

Если бы произошло побочное сообщеніе, то дѣйствіе было бы совершенно тоже самое. Одно важное преимущество прерывателя заключается въ его вѣрности. Разъ установленный для дѣйствія при извѣстномъ токѣ, онъ остается въ исправности независимо отъ того, сколько бы разъ онъ ни дѣйствовалъ.



Фиг. 30.

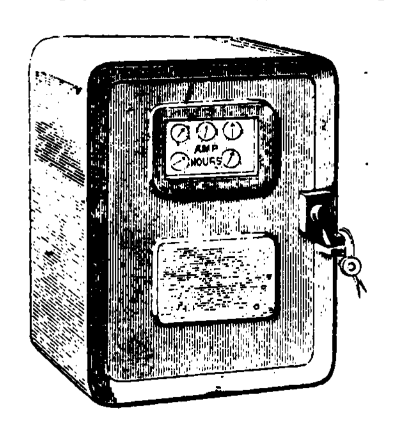
Его также легко примѣнять, какъ и плавкій предохранитель. Главные проводы приращиваются съ одной стороны а цѣпь съ другой. Нѣтъ совершенно никакой разницы, съ какой стороны приращивать главные проводы и съ какой— цѣпь.

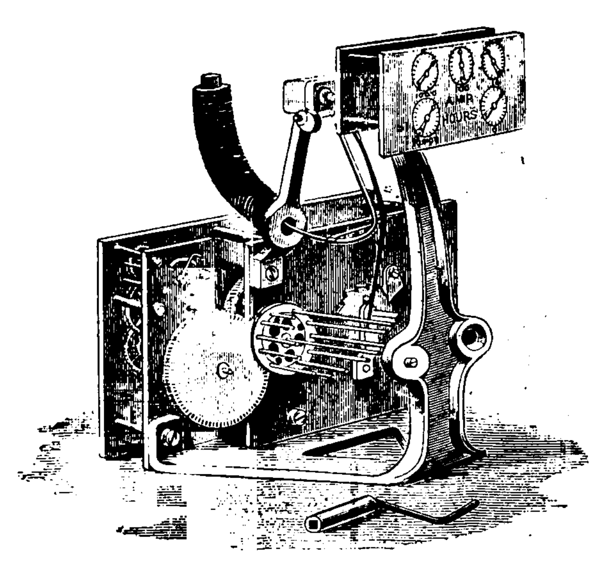
Никакихъ другихъ соединеній не приходится дѣлать, — все уже готово въ самомъ приборѣ. При немъ никогда не можетъ имѣть мѣсто часто замѣчаемый случай, что трехъ-ламповый плавкій предохранитель выдерживаетъ до расплавленія 15 лампъ. Установленный для трехъ лампъ, онъ всегда будетъ размыкаться при увеличеніи этого числа. Этотъ приборъ заслуживаетъ вниманія страховыхъ обществъ и вообще всѣхъ, кто заинтересованъ въ безопасности электрическихъ проводовъ.

(Electrical Engineer).

**Практическій счетчикъ электричества.**— Записывающіе счетчики въ одномъ отношеніи подобны дуговымъ лампамъ: каждый электротехникъ можетъ изобрѣсти новый,—вопросъ только въ томъ, насколько онъ будетъ надеженъ, точенъ и проченъ, а также каковы его качества относительно дешевизны и удобства дѣлать отсчеты. Очень трудно изобрѣсти приборъ, обладающій нѣсколькими такими хорошими качествами. Напримѣръ, счетчикъ Эдиссона, примѣняемый вѣроятно больше всѣхъ другихъ, извѣстенъ тѣмъ, кто пользовался, какъ превосходный счетчикъ относительно надежности, но онъ страдаетъ отъ нѣсколькихъ недостатковъ, между которыми главные заключаются въ слѣдующемъ: — Его приходится брать для производства отсчета изъ дома потребителя на станцію, что связано съ большой работой и потерей времени; поэтому нельзя составлять счеты всѣмъ потребителямъ перваго числа каждаго мѣсяца;

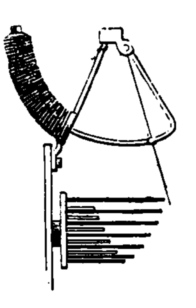
онъ даетъ невѣрный отсчетъ, если токъ случайно измѣняетъ направленіе, что бываетъ нерѣдко при эдиссоновской трехъ-проводной системѣ; кромѣ того потребитель не можетъ самъ дѣлать отсчета по счетчику, что, какъ оказалось, представляетъ большое неудобство. Чтобы устранить эти недостатки, Пилькингтонъ изобрѣлъ интересный маленькій счетчикъ, изображенный на прилагаемыхъ рисункахъ (фиг. 31, 32 и 33) и замѣнившій теперь счетчикъ Эдиссона въ Бруклинской установкѣ. Общій принципъ этого счетчика заключается въ томъ, что положенія стрѣлки амперметра записываются чрезъ регулярные промежутки времени часовымъ механизмомъ и суммируются на записывающемъ приводѣ, у котораго на циферблатахъ дѣлаются такія же показанія, какъ и у газометра, но только онѣ даютъ амперы-часы.




Фиг. 31 и 32.

Самый амперметръ состоитъ изъ криваго соленоида съ легкимъ подвижнымъ сердечникомъ изъ мягкаго желѣза, качающимся въ вертикальной плоскости. Къ этому указателю прикрѣпленъ кривой рычагъ съ опорной точкой приблизительно на своей срединѣ на самомъ указателѣ, имѣющій возможность вращаться въ плоскости, перпендикулярной къ плоскости указателя. Такимъ образомъ онъ слѣдуетъ за указателемъ, но можетъ еще поворачиваться въ бокъ. Маленькое колесо, снабженное 10 кривыми шпильками различной длины, вращается 40 дневнымъ часовымъ механизмомъ со скоростью пяти оборотовъ въ часъ. Качающійся рычагъ, прикрѣпленный къ указателю, сдѣланъ какъ разъ такой длины, чтобы могъ задѣвать за шпильки на этомъ колесѣ, каждая изъ которыхъ, проходя подъ нимъ, двигаетъ его на опредѣленное разстояніе. Смотря по тому, насколько велико отклоненіе указателя амперметра, за рычагъ будетъ задѣвать большее или меньшее число шпилекъ. Напримѣръ, при очень маломъ отклоненіи рычагъ подвинетъ только одна шпилька, самая длинная, а при большихъ отклоненіяхъ его будетъ двигать большее число шпилекъ. Длина каждой шпильки соотвѣтствуетъ увеличенію отклоненія указателя отъ половины ампера въ 10-свѣчномъ (5 амперовъ) счетчикѣ.



Фиг. 33.

Такъ какъ этотъ токъ соотвѣтствуетъ одной лампѣ, то счетчикъ будетъ давать показанія съ точностью до одной лампы. Если, напримѣръ, горятъ 5 лампъ, то рычагъ задѣнутъ послѣдовательно 5 шпилекъ и подвинутъ его пять разъ; каждый разъ, какъ онъ двигается, его другой конецъ поворачиваетъ на одинъ зубецъ храповое колесо, которое въ свою очередь вращаетъ стрѣлки на циферблатахъ. Таково же устройство и у большихъ счетчиковъ, за исключеніемъ амперметра и значенія показаній на циферблатахъ. Можно также до извѣстной степени увеличивать число шпилекъ, а затѣмъ уже каждая шпилька будетъ соотвѣтствовать двумъ или болѣе лампамъ.

Какъ видимъ, приборъ очень простъ по устройству и не содержитъ никакихъ ненадежныхъ по прочности частей; его нужно только устанавливать въ вертикальной плоскости. Это одинъ изъ самыхъ удовлетворительныхъ счетчиковъ, какіе только извѣстны. Онъ не будетъ страдать ни отъ побочныхъ сообщеній въ проводахъ, ни отъ нѣсколько грубаго обхожденія. Его выдѣлываетъ нью-іорская фирма Electric Construction and Supply Company.

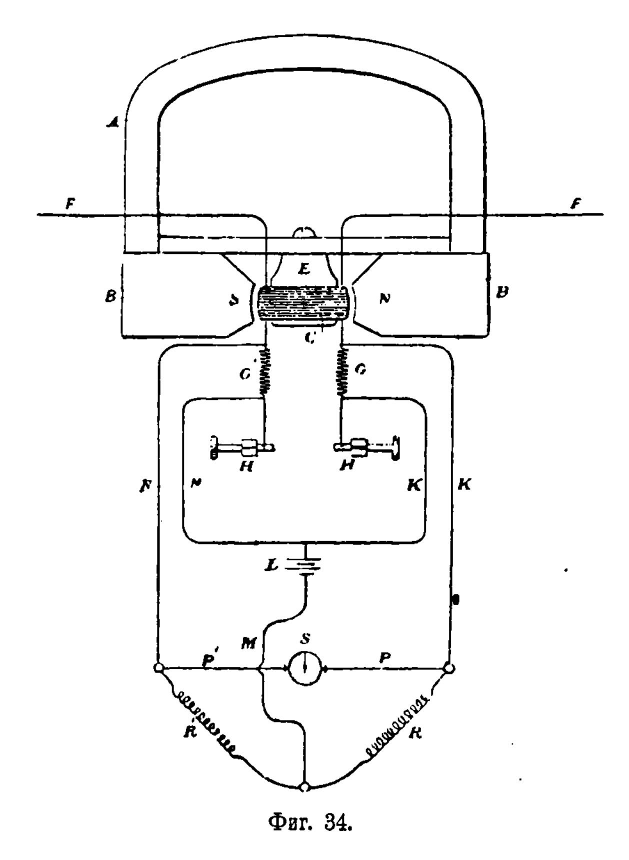
(Electrical World).

**Угольное релэ для подводныхъ кабелей.**—До сравнительно новѣйшаго періода телеграфія была самой важной отраслью элекротехники, но въ послѣдніе годы электрическое освѣщеніе, передача энергіи и передвиженіе достигли такого замѣчательнаго развитія и мы такъ привыкли вычислять и думать о вольтахъ и амперахъ въ тысячахъ и десяткахъ тысячъ, что надо усиліе ума, чтобы представить себѣ, что ежедневно находятся въ употребленіи приборы, пользующіеся токомъ всего отъ $^1/_{1,000000}$ до $^1/_{1,000,000}$ ампера, и что при ихъ помощи мы побѣждаемъ время и связываемъ Старый Свѣтъ съ Новымъ. Всетаки это фактъ: посредствомъ этихъ малыхъ токовъ непрерывно поддерживается сообщеніе по атлантическимъ кабелямъ со скоростью 25 словъ въ минуту. Для достиженія этого пришлось въ значительной степени оставить старую систему ручной передачи и примѣнить автоматическій механическій передатчикъ, благодаря чему относительно вида сигналовъ и требуемыхъ промежутковъ мы можемъ теперь обезпечить такое же совершенство послѣ 12 или 24 часовъ дѣйствія, какъ и въ началѣ.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ довольствовались телеграфнымъ сообщеніемъ чрезъ океанъ, получая отвѣтную депешу черезъ часъ; теперь это достигается въ минуту или двѣ и все-таки хотятъ достичь болѣе быстраго сообщенія. Такъ какъ примѣненіе автоматической системы увеличило до крайняго предѣла проводящую способность и скорость длинныхъ кабелей, то относительно болѣе быстраго сообщенія между конечными станціями мы можемъ надѣяться только на сбереженіе времени, теряемаго теперь на необходимую передачу депешъ на промежуточныхъ станціяхъ. Этого конечно можно достичь, введя релэ, которое повторяло бы автоматически во второй кабель сигналы, идущіе по первому. Такъ какъ всѣ сигналы по подводному кабелю какой угодно длины бываютъ колебательнаго характера, то необ-

ходимо, чтобы это релэ повторяло такія колебанія въ мѣстную цѣпь съ такой же вѣрностью, съ какой телефонный пріемникъ воспроизводитъ колебанія діафрагмы своего передатчика.

Послѣ многихъ неудачныхъ попытокъ достичь этой цѣли въ продолженіи послѣднихъ десяти лѣтъ, авторъ этой статьи изобрѣлъ приборъ представленный схематически на прилагаемомъ рисункѣ (фиг. 34). При его посредствѣ вполнѣ достижимо соединеніе въ рядъ нѣсколькихъ короткихъ кабелей около 1300 до 1600 км. длиной или соединеніе короткаго кабеля съ длиннымъ. До настоящаго времени только при помощи одного релэ Аллена и Брауна могъ дѣйствовать аппаратъ Морза по кабелямъ больше 800 км. длиной и при томъ для полученія удовлетворительныхъ сигналовъ была необходима крайне тщательная установка.




Фиг. 34.

До сихъ поръ не было никакого прибора, который повторялъ бы сигналы записывателя (рекордера) въ мѣстную цѣпь и тѣмъ давалъ бы возможность работать нѣсколькимъ станціямъ въ городѣ чрезъ кабель подобно тому, какъ аппараты Морза дѣйствуютъ на различныхъ станціяхъ по одной многожильной линіи. Весной 1889 г. я первый получилъ надежные сигналы записывателя въ мѣстной цѣпи посредствомъ повторяющаго релэ въ цѣпи съ кабелемъ между Канзо и Нью-Іоркомъ, мѣдное сопротивленіе котораго равно 13,000 омамъ при электростатической емкости въ 233 микрофарада и длинѣ въ 1370 км.; кабель двойной и для сигналопроизводства употребляется батарея въ 30 вольтовъ.

Релэ было сдѣлано грубо; оно состояло изъ катушки особой формы, которая была снабжена двумя маленькими угольными дисками и двигалась въ магнитномъ полѣ; эта катушка была введена въ цѣпь кабеля. Противъ двухъ дисковъ находились угольные острія, которыя соединялись въ мѣстной цѣпи съ пріемнымъ приборомъ, состоявшимъ изъ двухъ обыкновенныхъ 20-сантиметровыхъ подковообразныхъ магнитовъ, между полюсами которыхъ находилась маленькая поворотная катушка, снабженная сифономъ, причемъ послѣдній двигался по поверхности бумаги.

Когда телеграфистъ на отдаленной станціи посылалъ сигналы, то они къ моему удивленію стали записываться на пріемномъ приборѣ точно по формѣ и характеру, а измѣреніе впослѣдствіи показало, что сила въ мѣстной цѣпи больше, чѣмъ въ 50 разъ превосходила начальный токъ кабеля. Послѣ того я дѣлалъ опыты всякими способами, чтобы найти наилучшую форму контактныхъ остріевъ, но въ концѣ концовъ я оставилъ острія всякой формы, такъ какъ требовались слишкомъ тщательныя пригонки и острія обнаружили слишкомъ большую способность приставать и перегорать.

Тогда я сталъ дѣлать спирали изъ угля и нашелъ, что если замѣнить ими переставныя острія, то устраняются всѣ затрудненія относительно прилипанія и перегоранія; кромѣ того онѣ доставляли перемѣнную цѣпь, которая находилась вполнѣ подъ вліяніемъ подвижной катушки. Теперь релэ повторяетъ самымъ точнымъ образомъ всѣ колебанія токовъ кабеля.

Силу токовъ въ мѣстной цѣпи можно увеличить настолько, что для мѣстнаго прибора не потребуется дѣлать мелкихъ частей и его можетъ устанавливать телеграфистъ, не обращаясь къ помощи опытнаго мастера.

Какъ можно видѣть на схемѣ, N и S—полюсы постояннаго магнита; E—желѣзный сердечникъ, расположенный между ними такъ, чтобы сконцентрировывать линіи магнитной силы въ два поля, въ которыхъ поворачиваются сверху и снизу катушка C. До сихъ поръ приборъ представляетъ копію съ сифонъ—рекордера; но вмѣсто металлическихъ пружинъ, грузовъ или подобныхъ приспособленій для приведенія обратно къ нулю катушки послѣ ея отклоненія отъ сигнала, я взялъ угольныя спирали I и I[1], соединенныя съ катушкой; легко видѣть, что всякое отклоненіе катушки должно растягивать одну спираль и сжимать другую.

Нормально цѣпи M, R′, R, K′, N′, G, G′, N, K и L. такъ уравновѣшены, что на концахъ проволокъ P и P′ нѣтъ никакой разности потенціаловъ; слѣдовательно мѣстный приборъ S не подвергается никакому дѣйствію. Но если чрезъ катушку C идетъ сигналъ, то она будетъ стремиться растянуть одну угольную спираль и сжать другую, выводя такимъ образомъ изъ равновѣсія мѣстную цѣпь и приводя въ дѣйствіе мѣстный приборъ S соотвѣтственно съ движеніями катушки; такимъ образомъ количество развиваемой энергіи слѣдуетъ законамъ мостока Витстона.

Измѣняя сопротивленіе въ мѣстной цѣпи и силу батареи, мы можемъ получить въ мѣстномъ приборѣ какую угодно желаемую силу и, если надо, можно расположить нѣсколько такихъ приборовъ на различныхъ станціяхъ въ городѣ посредствомъ цѣпи PP′.

Экспериментируя съ этимъ приборомъ и наблюдая, какимъ точнымъ образомъ воспроизводятся слабые сигналы кабеля этими угольными спиралями, мнѣ пришло на умъ попробовать ихъ въ качествѣ телефоннаго передатчика; я не былъ удивленъ, когда нашелъ, что ихъ дѣйствіе не оставляло желать ничего лучшаго. *Кутрисъ.*

(Electrical Engineer).

---

# БИБЛІОГРАФІЯ.

**Die Einrichtung electrischer Beleuchtungsanlagen für Gleichstrombetrieb** von **Carl Heim.** Лейпцигъ 1892.

Руководство и справочная книга вышедшая въ настоящее время подъ вышеозначеннымъ заглавіемъ имѣетъ цѣль ознакомить своихъ читателей со всѣми новѣйшими усовершенствованіями въ области электрическаго освѣщенія, не касаясь однако устройства большихъ центральныхъ установокъ, а также установокъ освѣщенія перемѣннымъ токомъ, въ области котораго по мнѣнію автора, можно не безъ основанія, ожидать еще много новыхъ усовершенствованій, тогда какъ освѣщеніе постояннымъ токомъ завоевало себѣ въ настоящее время всѣ права гражданства наравнѣ съ газовымъ освѣщеніемъ и развитіе его можно считать до нѣкоторой степени установившимся.

Большое достоинство этого изданія заключается въ томъ, что обнимая весьма подробно всѣ разновидности этого спеціальнаго предмета и разбирая какъ преимущества, такъ и недостатки всевозможныхъ приборовъ, въ немъ выпущено

все то, что въ настоящее время можетъ считаться устарѣлымъ и не соотвѣтствующимъ современнымъ требованіямъ.

Съ другой стороны, принимая развитіе электрическаго освѣщенія постояннымъ токомъ до нѣкоторой степени установившимся, не приходится уже опасаться за то, что книга въ скоромъ времени устарѣетъ какъ это до сихъ поръ происходило съ подобными изданіями.

Всѣ упомянутыя достоинства заставляютъ насъ особенно рекомендовать эту книгу какъ спеціалистамъ для справокъ, такъ и монтерамъ и учащимся, которые въ ней найдутъ рѣшительно все необходимое для рѣшенія различныхъ вопросовъ по освѣщенію, а также послужитъ строителямъ и архитекторамъ, которымъ въ настоящее время не мало приходится считаться съ требованіями электрическаго освѣщенія, прекраснымъ руководствомъ.

Все сочиненіе раздѣлено на 8 отдѣловъ, изъ которыхъ первый занимается теоріей и конструкціей динамо-электрическихъ машинъ, двигателями и соединеніями послѣднихъ съ динамо-машиною.

Во второмъ отдѣлѣ изложена теорія аккумуляторовъ, формовка и обработка пластинъ, приведены различные типы аккумуляторовъ, ихъ монтировка, зарядъ, разрядъ и уходъ за ними.

Въ третьемъ отдѣлѣ слѣдуетъ описаніе различнаго рода лампъ съ вольтовой дугой и лампъ накаливанія, а также преимущества тѣхъ и другихъ по отношенію силы свѣта.

Особеннаго вниманія заслуживаетъ четвертый отдѣлъ, въ которомъ обсуждаются различныя системы распредѣленія лампъ, пользованіе токомъ большаго напряженія и его выгоды; затѣмъ слѣдуютъ недостатки параллельнаго соединенія и трехфазный токъ. Кромѣ того описываются произвольное и автоматическое регулированіе дальнаго освѣщенія. Расчетъ проводки, изолировка ея съ таблицею данныхъ различныхъ фирмъ и нѣсколько способовъ прокладки проводниковъ на изоляторахъ, въ желобахъ и трубкахъ.

Далѣе слѣдуетъ пятый отдѣлъ, гдѣ рядомъ съ прекрасными рисунками описаны всѣ необходимые вспомогательные приборы, какъ-то: выключатели, переводители, предохранители, патроны для лампъ и реостаты; затѣмъ слѣдуютъ измѣрительные приборы: амметры, вольтметры, мостики и гальваноскопы для измѣренія сопротивленія проводниковъ и изоляцій.

Въ слѣдующемъ шестомъ отдѣлѣ находимъ указанія для ухода за динамо-машинами, аккумуляторами, распредѣлительнымъ щитомъ, проводкой и лампами, причемъ перечисляются всѣ могущіе встрѣтиться неисправности освѣщенія къ которымъ авторъ относитъ нагрѣваніе подшипниковъ, образованіе искръ на коллекторѣ и обмоткѣ якоря, прерываніе тока, сообщеніе съ землей, миганіе свѣта, нагрѣваніе обмотки и разслабленіе обмотки якоря.

Седьмой отдѣлъ занимаются описаніемъ счетчиковъ электричества и устройствомъ освѣщенія отъ большихъ центральныхъ станцій.

Наконецъ въ восьмомъ отдѣлѣ даются всѣ данныя для проэктированія установокъ, съ опредѣленіемъ размѣровъ и силы освѣщенія, составленію чертежей установокъ; ихъ выполненію и стоимости также отдано должное вниманіе и приведены среднія цѣны различныхъ приборовъ и отдѣльныхъ частей электрическаго освѣщенія.

Въ заключеніи слѣдуютъ смѣты на установки освѣщенія съ вольтовой дугой, лампами накаливанія и смѣшаннаго въ малыхъ, среднихъ и большихъ размѣрахъ. *Шведе.*

---

## РАЗНЫЯ ИЗВѢСТІЯ.

**Конкурсъ, объявленный проф. Елигю Томсономъ.** Какъ мы уже сообщали раньше проф. Елиго Томсонъ на послѣднемъ конкурсѣ электрическихъ счетчиковъ, назначенномъ городомъ Парижемъ получилъ за свой счетчикъ энергіи высшій призъ въ 5000 фр. Желая, чтобы эта сумма могла послужить для расширенія нашихъ теоретическихъ свѣдѣній объ электричествѣ онъ поручилъ Е. Турнауеру, главному представителю общества Томсонъ-Гоустонъ въ Европѣ образовать комитетъ для организованія новаго конкурса, предметомъ котораго было бы изученіе нѣкоторыхъ вопросовъ теоретическаго электричества, и преміей которому будетъ упомянутая сумма въ 5000 франковъ. Комитетъ состоитъ изъ слѣдующихъ лицъ, согласившихся принять въ немъ участіе: И. Карпантье, предсѣдатель общества Электриковъ, Ипполитъ Фонтэнъ, Е. Госпиталье, Е. Маскаръ, А. Потье, и Б. Абданкъ-Абакановичъ. Комитетъ выбралъ для конкурсныхъ изслѣдованій слѣдующія темы:

1) Изучить тепло, развивающееся при послѣдовательныхъ заряженіяхъ и разряженіяхъ конденсаторовъ, мѣняя величину заряда, частоту его и природу діэлектрика.

2) Теорія указываетъ, что при соединеніи проводникомъ обкладокъ конденсатора, въ проводникѣ, если сопротивленіе его не превосходитъ извѣстныхъ предѣловъ, появляются перемѣнные токи. Формула, дающая возможность разсчитать періодъ этихъ колебаній не была пока вполнѣ провѣрена. Требуется опытно изслѣдовать величину этого періода въ такихъ условіяхъ, въ которыхъ возможно было бы точное измѣреніе сопротивленія, емкости и коеффиціентовъ самоиндукціи, для того чтобы произвести полную и точную повѣрку этой формулы.

3) Если зарядить конденсаторъ съ несовершеннымъ діэлектрикомъ, потомъ предоставить его самому себѣ, то зарядъ обкладокъ мало по малу разсѣевается; время необходимое для того, чтобы зарядъ упалъ до опредѣленной части своей начальной величины зависитъ лишь отъ природы діэлектрика. Спрашивается существуютъ ли, какъ полагаютъ новѣйшія теоріи, подобныя явленія и въ металлическихъ проводникахъ, указываютъ ли опыты на это, и какого порядка величины можетъ быть это время для этой группы проводниковъ.

4) Установить на основаніи современныхъ свѣдѣній и обобщить графическіе методы для рѣшенія вопросовъ по электричеству, слѣдуя въ томъ же порядкѣ идей, что и въ графической статикѣ.

Мемуары по этимъ вопросамъ, представленные на конкурсѣ могутъ быть написаны на языкахъ: нѣмецкомъ, англійскомъ, испанскомъ, французскомъ, итальянскомъ или латинскомъ. Они могутъ быть представлены въ видѣ манускриптовъ или напечатанными.

Каждое изъ сочиненій, представленныхъ на конкурсъ должно быть снабжено девизомъ и сопровождаться запечатаннымъ конвертомъ, помѣченнымъ тѣмъ же девизомъ, что и сочиненіе и заключающимъ въ себѣ имя и адресъ автора.

Мемуары должны быть адресованы не позже 15 сентября 1893 года секретарю конкурса г. Б. Абданкъ-Абакановичу (M. B. Abdank-Abakanowicz, secretaire du concours, 7, rue du Louvre, Paris), къ которому и просятъ обращаться за дальнѣйшими подробностями.

---

**Несчастный случай на городской станціи въ Кельнѣ.** Въ муниципальной центральной электрической станціи въ Кельнѣ на Рейнѣ недавно токомъ убитъ былъ одинъ рабочій. Полъ помѣщенія гдѣ находился погибшій былъ тщательно изолированъ, самъ рабочій во время несчастнаго случая носилъ каучуковыя перчатки, такъ что совершенно нельзя себѣ объяснить какъ произошла его смерть тѣмъ болѣе, что онъ былъ одинъ въ помѣщеніи.

**Ударъ молніи.**—Недавно во время бури въ Чикаго около 50 человѣкъ укрылись въ корридорахъ Grant Monument'a въ Линкольнскомъ паркѣ. Вскорѣ затѣмъ въ моментъ ударила молнія, причемъ двое мужчинъ и одна женщина были убиты на мѣстѣ, а другія лица получили серьезныя поврежденія.



Отвѣтственный и спеціальный редакторъ А. Смирновъ.